

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Studijní program: Textil

Studijní obor: Mechanická textilní technologie

Hodnocení oděru přízí

Evaluation of yarn's abrasion

Bakalářská práce

Autor: Bc. Jakub Hlavatý

Vedoucí BP práce: Prof. Ing. Bohuslav Neckář, DrSc.

Konzultant: Ing. Gabriela Krupincová

V Liberci 1. 5. 2008

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Katedra textilních technologií

Školní rok: 2007/2008

Zadání diplomové práce

Pro Jakuba Hlavatého

Obor

Vedoucí katedry Vám ve smyslu ze zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Hodnocení oděru přízí

Vedoucí bakalářské práce:

Prof. Ing. Bohuslav Neckář, DrSc.

Konzultant diplomové práce:

Ing. Gabriela Krupincová

Zásady pro vypracování:

Příže jsou při své technologické aplikaci namáhány na oděr, čímž dochází ke snížení úrovně mechanických vlastností, zejména pevnosti. Problematika oděru v souvislosti s materiálovým složením a parametry příže není dosud plně prostudována. Pro studium uvedené vlastnosti lze na katedře textilní technologie využít přístroj firmy Zweigle G 552.

V diplomové práci:

1. prostudujte možnosti hodnocení oděru přízí, navrhněte nebo modifikujte stávající metodiku měření s využitím přístroje Zweigle G552.
2. navrženou metodikou realizujte měření na zadaném souboru jednoduchých staplových přízí vyrobených z různých typů vláken v pěti úrovních jemností a třech úrovních zákrutového koeficientu.
3. posuďte souvislost vyhodnocované oděru-vzdornosti přízí s parametry vláknenného materiálu, jemností a zákrutem popř. dalšími vlastnostmi přízí, pokuste se nalézt logickou interpretaci.

Rozsah průvodní zprávy: cca 50 stran

Doporučená literatura:

Neckář, B.: Příže. Tvorba, struktura, vlastnosti. SNTL Praha 1990.

Neckář, B.: Struktura a vlastnosti bavlněné příže mykané (etapa II) zpráva č. S72 – IX.71, 1971. Státní výzkumný ústav Liberec – oddělení textilní technologie.

Kolektiv autorů: Interní normy. Výzkumné centrum Textil. Liberec, 2004.

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé BP a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom(a) toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum 12.5.2008

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ing. Gabriele Krupincové za konzultace ohledně bakalářské práce, pomoc při řešení problémů a měření.

Prof. Ing. Bohuslavu Neckářovi, DrSc. za vedení bakalářské práce

Abstrakt

V práci je provedena rešerše problematiky přístrojů, které se používají pro měření oděru-vzdornosti plošných textilií a jednotlivých přízí. Jedná se např. o oděr plošné textilie o brusný element, oděr příze o přízi, nebo oděr plošné textilie v hraně. Oděr je možné na těchto přístrojích hodnotit do porušení textilního materiálu, nebo prostřednictvím úbytku hmotnosti vzorku. Hodnocení oděru-vzdornosti přízí bude v tomto případě provedeno na přístroji Zweigle G552.

Cílem práce je ověřit metodiku měření oděru-vzdornosti dle doporučení výrobce a popřípadě ji upravit. Práce bude dále obsahovat modifikace kritérií pro popis oděru-vzdornosti, vyhodnocení oděru-vzdornosti a zhodnocení vlivu vlákenného materiálu na výsledný oděr příze.

Klíčová slova

Oděr, Zweigle G552, modifikace.

Abstract

The work includes the summary of existing equipments that are used for the measurement of the wear resistance of surface textile and particular yarns. This includes for instance the wear of the surface textile against abrasion element, wear of the yarn against the yarn, or wear of the surface textile in the edge. It is possible to evaluate the wear on these equipments till the destruction of the textile material, or using the decrease of the weight of the sample. Evaluation of the yarn's wear resistance is performed on the Zweigle G552 equipment.

The aim of this work is to check the methods of the measuring procedure of the wear resistance according to the producer of the equipment and in the case of deviations to correct the proposed method. The work describes the modifications of criteria used for description of the wear resistance, the results of the wear resistance and evaluation of aspects of fiber material on the final wear of the yarn.

Keywords

Abrasion, Zweigle G552, modification.

OBSAH

Seznam symbolů	7
Úvod	8
1. TEORETICKÁ A REŠERŠNÍ ČÁST	9
1.1. Oděr.....	9
1.1.1. Hodnocení odolnosti	9
1.1.2. Princip zkoušky oděru	10
1.1.3. Hodnocení oděru	11
1.1.4. Metody oděru v náhodném směru.....	11
1.1.5. Oděr v hraně.....	12
1.1.6. Oděr příze	12
1.2. Vlastnosti textilie související s oděrem.....	14
1.2.1. Klouzavost	15
1.2.2. Žmolkovitost.....	15
1.2.3. Omak	16
1.3. Dopřádání.....	16
1.3.1. Dopřádání na prstencovém dopřádacím stroji	17
1.3.2. Dopřádání na bezvřetenovém dopřádacím stroji	18
1.3.3. Struktura prstencové a rotorové příze	18
1.3.4. Porovnání vlastností prstencových a rotorových přízí	19
1.4. Vzájemné ovlivňování vlákna příze s třecím elementem	20
2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	21
2.1. Metodika a popis přístroje Zweigle G552.....	21
2.1.1. Vložení a výměna brusného elementu.....	22
2.1.2. Možnosti přístroje a programu.....	24
2.1.3. Diskuse – modifikace, návrhy.....	25
2.2. Experiment	28
2.2.1. Parametry vláken.....	28
2.2.2. Charakteristiky měřených přízí.....	30
2.2.3. Vyhodnocení experimentu.....	32
ZÁVĚR.....	39
POUŽITÁ LITERATURA	41
PŘÍLOHY A SOUBORY	42
Příloha 1.....	43
Příloha 2.....	53
Příloha 3.....	56

Seznam symbolů

a	[ktex ^{2/3} m ⁻¹]	Phrixův zákrutový koeficient
D	[mm]	průměr příze
d_v	[mm]	průměr vláken
ε	[%]	tažnost příze
f, F	[cNtex ⁻¹]	poměrná pevnost
F_1	[N]	tažná síla
F_2	[N]	třecí síla
l	[m]	délka příze
L_{fr}	[m]	délka přízového vlákna
L_g	[m]	šířka třecího elementu
l_v	[mm]	délka vláken
m	[kg]	hmotnost příze
m_1	[kg]	hmotnost vzorku před zkouškou
m_2	[kg]	hmotnost vzorku po zkoušce
P	[N]	síla sevření
p	[cN]	absolutní pevnost
R_f	[mNmm ² tex ⁻¹]	ohybová tuhost
ρ_p	[kgm ⁻³]	hustota příze
ρ_v	[kgm ⁻³]	hustota vláken
S	[m ²]	substanční průřez
T	[tex]	jemnost příze
T_0, T_l	[Pa]	počáteční napětí příze
$t_{v\ exp.}$	[dtex]	experimentální jemnost
$t_{v\ jm.}$	[dtex]	jmenovitá jemnost vláken
U	[cykly]	oděr
u	[cyklytex ⁻¹]	relativnní oděr
V	[ms ⁻¹]	rychlost posuvu příze
μ	[-]	zaplnění

Úvod

Hodnocení oděru je většinou chápána jako doplňková vlastnost. Cílem práce bylo provést rešerši na téma hodnocení oděru přízí, provést hodnocení oděru-vzdornosti přízí metodikou Zweigle G552, zhodnotit ji a pokusit se navrhnout její modifikaci. Získané výsledky zpracovat, kriteria oděru-vzdornosti rozšířit a otestovat míru souvislosti s vlastnostmi vláken. Pokusit se zhodnotit vliv geometrických parametrů a technologii výroby při rozhodování zda je příze vhodná pro daný účel použití.

V první části práce jsou popsány metodiky měření oděru-vzdornosti na přístrojích, které měří oděr v ploše, v hraně, v nahodilém směru, oděr přízi o přízi a v poslední řadě oděr příze o brusný papír na přístroji Zweigle G552. Popsány jsou další uživatelské vlastnosti, které s oděrem souvisí (omak, klouzavost, žmolkovitost). V práci je rozebráno vzájemné ovlivňování vlákna příze s třecím elementem a v poslední části jsou zmíněny základní informace o prstencovém a rotorovém dopřádání. V druhé kapitole je detailně popsána metodika oděru přístroje Zweigle G552 a navrženy nutné úpravy tak, aby nedocházelo k negativnímu ovlivnění získaných výsledků. V práci je dále provedeno vyhodnocení oděru-vzdornosti a otestování souvislosti s vlastnostmi vláken.

1. TEORETICKÁ A REŠERŠNÍ ČÁST

V praxi je testování odolnosti v oděru prováděno na vláknech, přízích i plošných textiliích. Cílem testování je získat další informace o chování materiálu a v průběhu užívání. Hodnocení odolnosti vůči namáhání oděrem u přízí je prováděno především na ošlichtovaných přízích s cílem zjistit, zda tato dílčí operace proběhla v pořádku. Příze mají zpevněný povrch a při mechanickém namáhání nedochází k uvolňování odstávajících vláken ani částí šlichtovacího prostředku.

V první části bakalářské práce je uvedena rešerše shrnující poznatky nejen o hodnocení oděru vzdornosti přízí, ale i tkanin a vlastností, které s tímto parametrem souvisí (omak, žmolkovitost, klouzavost).

1.1. Oděr

K oděru dochází při styku s jinou textilií nebo s jiným typem materiálu, při kterém se z přízí uvolňují vlákna a tvoří se žmolky. Odírají se jednotlivá vlákna, ulamují se, odpadávají a tím se ucpávají póry textilie přičemž dochází k narušení vazných bodů. Tato skutečnost má za následek porušení a rozpad textilie. Oděr je nejagresivnějším narušitelem celého povrchu textilie.

Zkoušení oděru je rozděleno do 5 skupin

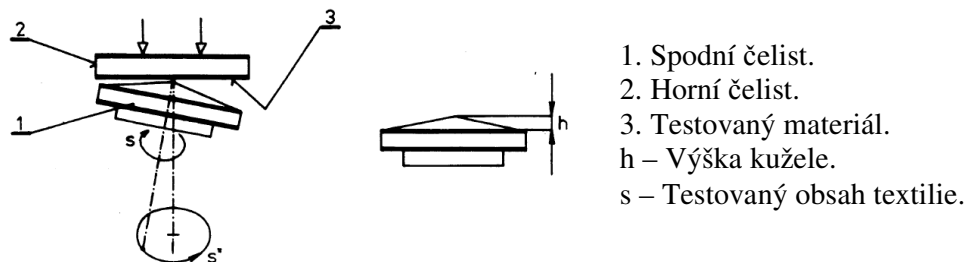
1. Oděr v ploše.
2. Oděr v hraně (přehybu).
3. Oděr v nahodilém směru.
4. Oděr příze o materiál.
5. Oděr příze o přízi.

1.1.1. Hodnocení odolnosti

Zkouška oděru spočívá v simulaci namáhání materiálu například při technickém užívání, nebo běžném nošení. Namáhání je možné realizovat jako odírání o hladký povrch (hrana stolu, židle), odírání o drsný povrch (stavební materiály, drsné pracovní pomůcky) a odírání textilie o textilií. Oděr je možné zkoumat plošně (například sedací část) a v hraně (lemy, límce, rukávy).

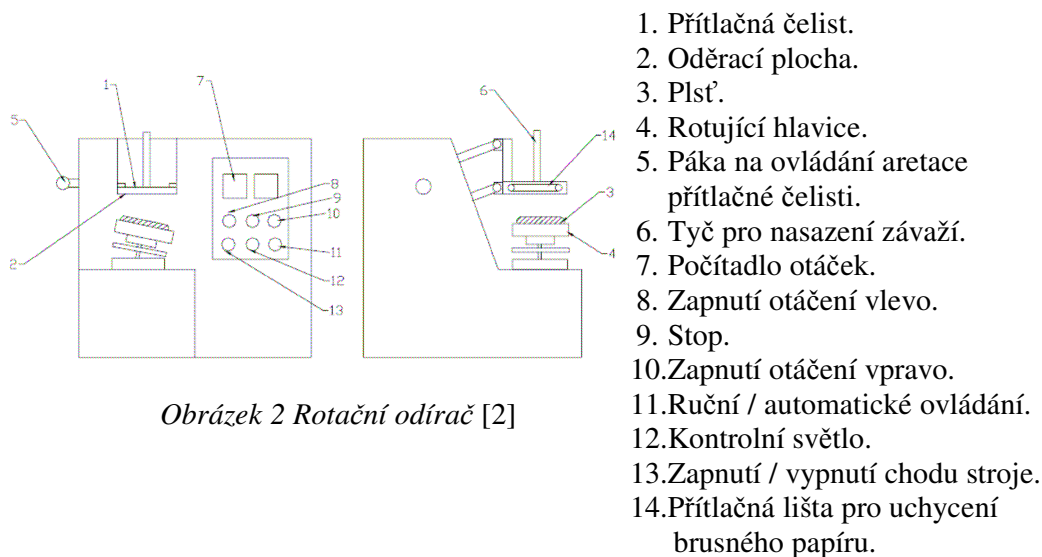
1.1.2. Princip zkoušky oděru

Princip spočívá ve styku dvou pohyblivých se čelistí, v jedné čelisti je uchycen zkoušený materiál a v druhé čelisti odírající materiál, kterým může být například brusný papír. Čelisti jsou vzájemně přitlačovány předepsanou silou. Zvolen je relativní rotační pohyb to znamená, že jedna část se chová jako rotor a druhá jako stator. Princip klasického přístroje je uveden na obrázku 1.



Obrázek 1 Princip přístroje na zkoušení odolnosti textilie v oděru [1]

Oděr na tomto přístroji probíhá na povrchu kužele. Uspořádání spodní čelisti zaručuje možnost odírat materiál v ploše nebo v přehybu. Velikost kontaktní plochy je dána velikostí přitlaku, přitlačné hlavice a stlačitelnosti textilie. Obvykle se používá brusný papír o předepsané zrnitosti. Zatížení horní hlavice je možné do hmotnosti 2500 g a díky této vlastnosti lze odírat plošné textilie různých odolností. Rotační odírač je zobrazen na obrázku 2.



Obrázek 2 Rotační odírač [2]

1.1.3. Hodnocení oděru

Oděr je možné hodnotit jako počet cyklů do porušení textilie, nebo úbytkem hmotnosti.

-Do porušení textilie

Za porušení se považuje prodření prvního vazného bodu. Ukazatelem je v tomto případě počet otáček, kdy došlo k prodření. U přízí se testování hodnotí do vlastního přetrhu.

-Úbytek hmotnosti vzorku

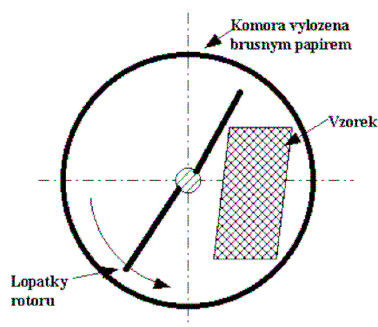
Oděr U probíhá v konstantním počtu otáček rotační čelisti.

$$U = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 10^2, \quad (1)$$

kde m_1 je hmotnost vzorku před zkouškou a m_2 je hmotnost po zkoušce.

1.1.4. Metody oděru v náhodném směru

Pro tuto metodu je využíván komorový vrtulkový odírač, který je znázorněn na obrázku 3.

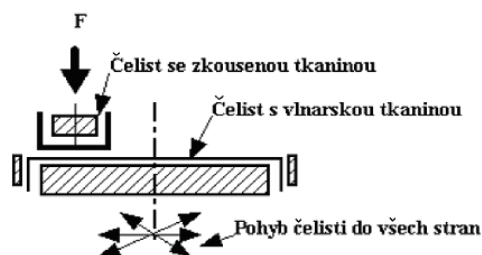


Obrázek 3 Princip vrtulkového komorového oděrače [1]

Používá se vzorek se zafixovanými kraji (šití, lepení). Vzorek se následně vloží do komory, která má na vnitřním povrchu nanesen brusný papír, nebo brusný kámen s normovanou drsností. Komora je uzavřena víkem a vzorek je unášen vrtulkou při předepsané rychlosti. Odírání probíhá v náhodném směru a místě o odíraný povrch. Zkoušku je možné provést za mokra i za sucha. Pro oděr za mokra se komora plní vodou.

Možností hodnocení oděru je použití přístroje Martin Dale viz obr. 4, kde je jako odírací element použita normovaná vlnařská tkanina. Oděr se provádí v náhodném

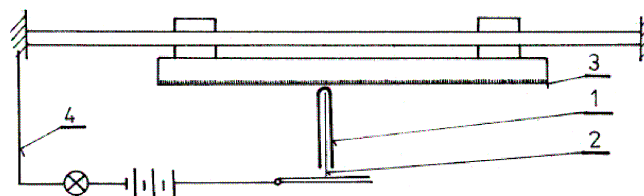
směru. Při vyhodnocení zkoušky se vzorek srovnává s etalony, hodnotí se míra rozvláknění a žmolkovitost na povrchu vzorku.



Obrázek 4 Znáznornění zkoušky na přístroji Martin Dale [1]

1.1.5. Oděr v hraně

Uplatňuje se v místech, kde dochází u textilie k ostrému přehybu (límce, manžety). Zkouška se provádí za pomoci brusného papíru a ostré planžety přes kterou se vzorek přehýbá. Oděr v hraně je možné testovat na přístroji, který je uspořádán dle obr. 5. Vzorek textilie **1** je přehnut přes kovovou planžetu **2**. Na vytvořený přehyb dosedá kovová odírací plocha **3**, u které se dá měnit přítlak. Uzavření okruhu **4** je indikováno prodřením textilie.



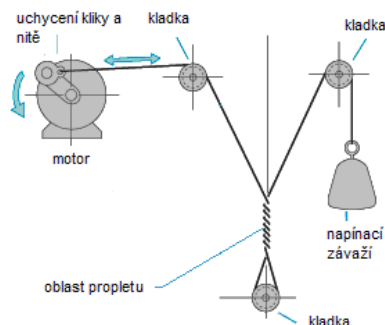
Obrázek 5 Způsob oděru v hraně [2]

U výše uvedených zkoušek se používají velmi drsné materiály pouze pro urychlení měření. Jedná se tedy jenom o srovnávací zkoušky.

1.1.6. Oděr příze

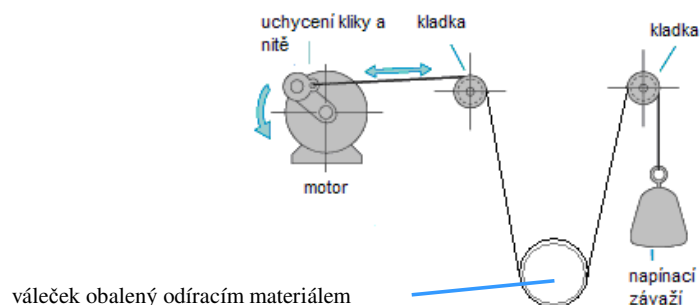
Příze je délková textilie o jmenovitém zákrutu a jemnosti. Přístroje pro hodnocení oděru příze obvykle hodnotí počet cyklů nutných k jejímu přetrhu. Měly by být navrženy tak, aby simulovaly proces odírání, který se projeví při dalším zpracování příze. K testování je využíván brusný element například brusný papír o předepsané zrnitosti, normovaná tkanina nebo je možné provádět oděr příze o přízi.

Uspořádání experimentu při hodnocení oděru příze o přízi je znázorněn na obr. 6. Příze se pohybuje vratným pohybem v závislosti na průměru uchycení kliky. U této metody je třeba dbát, aby tření mezi kladkami bylo co nejmenší a bylo možné ho zanedbat. Jinak by mohlo docházet k porušení příze v místech kontaktu s kladkou. Měření není nikde normováno a není ani stanoven optimální počet ovinů na testované přízi. Příze je touto metodou možné testovat do narušení příze, nebo určitého stavu porušení.



Obrázek 6 Metoda Yarn on Yarn [3]

Další modifikací (obr. 7) je možné testovat oděr příze o zvolený materiál, kde oblast propletu bude nulová a místo spodní kladky zvolíme váleček. Povrch válečku může být opatřen například brusným papírem, nebo normovanou tkaninou. Metodika umožňuje srovnávat soubory přízí s rozdílnými parametry.



Obrázek 7 Metoda oděru o definovaný povrch [3]

Firma **Wira** vyvinula přístroj na měření oděru se stejnou metodikou a zároveň zvýšila efektivitu měření. Je možné měřit 10 přízí najednou při rychlosti 200 cyklů za minutu. Přístroj je znázorněn na obr. 8.



Obrázek 8 Přístroj pro testování oděru značky WIRA [4]

Na podobném principu pracuje přístroj firmy Zweigle pod označením G552, který je schopen měřit 20 přízí najednou viz obr. 9. Přístroj je propojen s počítačem pomocí sběrnice a je ovládán přes dodaný program od výrobce. Jedním z bodů řešení bakalářské práce je navrhnout modifikaci měření na tomto přístroji a proto budou další parametry přístroje a popis postupu testování zmíněn v kapitole 2.



Obrázek 9 Přístroj pro testování oděru značky Zweigle G 552 [5]

1.2. Vlastnosti textilie související s oděrem

Oděru–vzdornost není většinou sledována jako samostatná vlastnost. Ve většině případů jsou spolu s ní sledovány základní ukazatele at' už textilií nebo přízí. Oděru-vzdornost souvisí a je spojena s celou řadou vlastností jako je např. (klouzavost, žmolkovitost a omak).

1.2.1. Klouzavost

U některých textilií a přízí je dbáno na to, aby byl povrch velice klouzavý. Vlastní klouzavost je vyjádřena koeficientem tření. Čím je koeficient tření nižší, tím klouzavost roste.

1.2.2. Žmolkovitost

Žmolkovitost je nechtěná vlastnost, která má negativní vliv na celkový vzhled textilie. Žmolkovitost se projevuje u všech typů vláken. Záleží pouze na ohybu vláken a odolnosti v krutu, které určují dobu, po kterou se žmolek udrží. Vznik žmolku je zobrazen na obr. 10. Textilie obsahují odstávající vlákna, které současně s oděrem textilie o textilií, nebo o jiný povrch vytvoří na povrchu žmolky. Tvoří se tím způsobem, že postupně přibírají ostatní vlákna. Na každé textilií drží žmolek jinou dobu a proto můžeme říct, že pokud na povrchu textilie žmolek drží dlouho textilie žmolkuje hodně, nebo naopak žmolkuje málo. Pokud máme 100% bavlninu a oděr hodnotíme jako úbytek hmotnosti, pak větší úbytek bude vykazovat textilie, kde nedochází k velkému žmolkovatění v důsledku rychlejšího odpadnutí žmolků. Jestliže se oděr hodnotí jako počet žmolků, pak větší hodnotu bude vykazovat textile, kde žmolky neodpadávají a drží se na povrchu textilie.



Obrázek 10 Tvorba žmolku [10]

Vlákna, která mají malou odolnost v krutu a ohybu tvoří žmolky, které odpadnou dříve. Vlákna, která vykazují vysokou odolnost v ohybu a krutu, vytvářejí žmolky, které odolávají delší dobu. Z tohoto důvodu u bavlněných materiálů žmolky odpadávají lépe a u textilií ze syntetických materiálů mají tendenci zůstat na povrchu déle. Žmolkovatění lze zabránit volbou vhodné konečné úpravy.

Je možné se domnívat, že nejen materiálové složení, ale také technologie výroby a základní geometrické parametry příze ovlivňují oděru-vzdornost příze. Nejprve je nutné uvést základní souvislosti.

1.2.3. Omak

Účelem omakových úprav je nanést na textilní materiál různé substance, které vhodně ovlivňují omak textilie. Tímto procesem je možné snížit elektrostatický náboj, žmolkovitost a oděr. Používají se např. apretační lázně s obsahem plniva, zatěžkávací prostředky, tužidla, antiseptické látky apod. Výše uvedené vlastnosti příze je možné ovlivnit použitou technologií pro vypředení příze.

1.3. Dopřádání

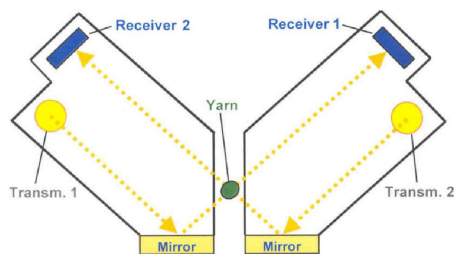
Účelem dopřádání je z předlohy vyrobít přízi. Předlohou, podle použité technologie, může být přást (mykaná, česaná technologie), nebo pramen (zkrácená technologie). Při dopřádání probíhají procesy ztenčování, zpevňování (zakrucování), navíjení příze.

Výchozí veličiny příze

Mezi výchozí veličiny příze patří jemnost příze T , zákrut příze Z a průměr příze D . Jemnost příze je počítána dle vzorce 2.

$$T = \frac{m}{l} = \frac{\rho_{\text{příze}} \cdot V}{l} = \frac{\rho_{\text{příze}} \cdot S \cdot l}{l} = \rho_{\text{vl.}} \mu \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (2)$$

kde l je délka, m hmotnost, V objem, ρ hustota, D průměr příze a S substanční průřez příze. Přístroj Uster Tester 4 měří průměr příze $2D\emptyset$, který bude dále značen jako D . Přídavné čidlo na přístroji je schopné hodnotit dvojdimenzionální průměr příze. Při měření průměru je příze prosvětlována na sebe kolmými monochromatickými paprsky (obr. 11). Celkový profil bez odstávajících vláken snímají řádkovací kamery. Výsledný průměr D je vypočten průměrem z obou profilů. Před samostatným měřením je provedena kalibrace optického senzoru (bez testované příze) a dále jsou sledovány odchylky oproti kalibrované hodnotě na měřeném úseku příze.



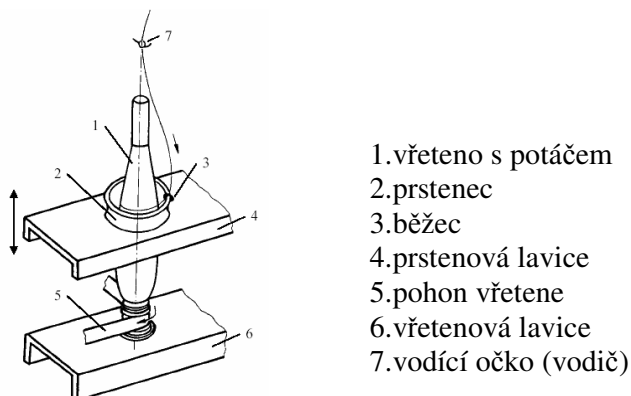
Obrázek 11 Příze prochází ve středu optického vysílače/přijímače v křížovém uspořádání [13]

Ze znalosti jemnosti příze T jsme schopni podle vztahu 2 dopočítat hustotu příze ρ_p . Pokud známe materiál jsme schopni podle vztahu 3 dopočítat zaplnění příze μ , které je definováno jako podíl objemu vláken V_v ku celkovému objemu příze V_c .

$$\mu = \frac{V_c}{V_v} = \frac{\rho_{\text{příze}}}{\rho_{\text{vláken}}} \quad (3)$$

1.3.1. Dopřádání na prstencovém dopřádacím stroji

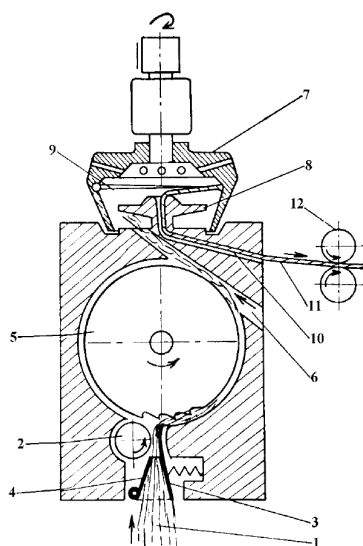
Princip dopřádání je zobrazen na obr. 12. Předlohou je přást a výstupem příze navinutá na potáč. Přást je naveden do průtahového ústrojí a po jeho protažení dostaneme tenkou stužku vláken, která se za průtahovým ústrojím zakrucuje. Výsledná příze se navíjí na potáč. Vzniká trvalý zákrut spojením procesu zakrucování a navíjení. Příze je navlečena do běžce a navíjena na dutinku, která je nasazena na vřetenu. Okolo vřetene je prstenec, na kterém je nasazený běžec. Aby docházelo k navíjení, musí být příze bržděna běžcem, který si táhne příze za sebou a tím mu uděluje pohyb.



Obrázek 12 Prstencový dopřádací stroj [6]

1.3.2. Dopřádání na bezvřetenovém dopřádacím stroji

Princip dopřádání je zobrazen na obr. 13. Předlohou je pramen a výstupem je příze navinutá na cívku s křížovým vinutím. Příze se tvoří ve spřádací jednotce. Pramen je odtahován za pomoci podávacího válce a přiveden k válci vyčesávacímu. Pramen drží podávací váleček a zároveň přitlačný stoleček. Vyčesávací válec s pilníkovým povlakem vyčesává jednotlivá vlákna, nebo dvojice vláken a tím dochází k ojednocování. Vlákna jsou vedena do rotoru vzduchovým kanálkem, kde se za pomoci odstředivých sil ukládají po jeho obvodu a vlákna tvoří tenkou stužku. Volný konec příze je zaveden do rotoru odtahovým kanálkem. Vlivem otáčení rotoru rotnuje i volný konec a přikrucuje za sebe stužku vláken. Ze spřádací jednotky přízi odtahují odváděcí válce a příze je pak navíjena na cívku s křížovým vinutím.

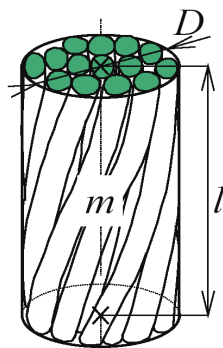


1. pramen,
2. podávací váleček,
3. přitlačný stoleček,
4. zhušťovač,
5. vyčesávací válec,
6. vzduchový kanál,
7. rotor,
8. separátor,
9. prostor tvorby příze,
10. odtahový kanálek,
11. příze,
12. odváděcí válečky.

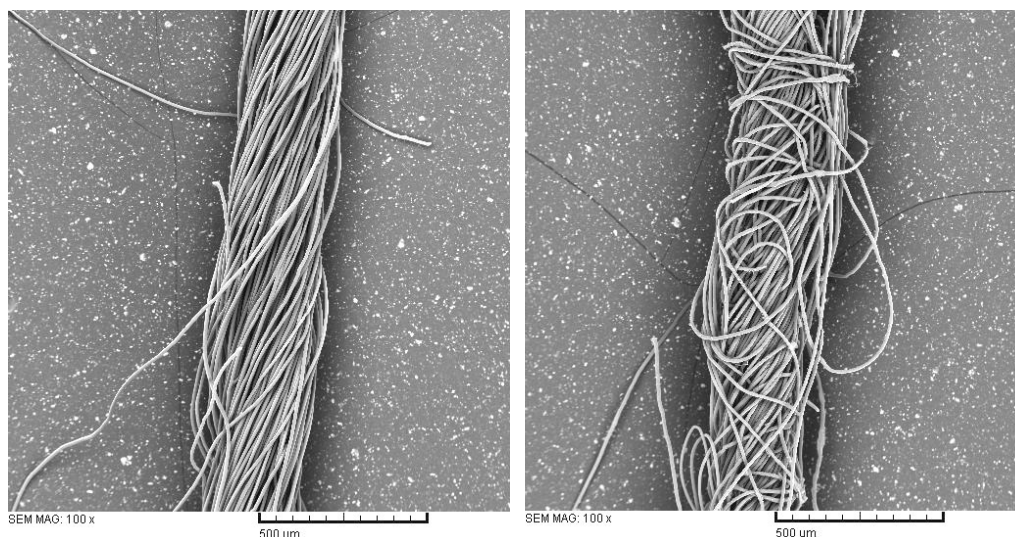
Obrázek 13 Spřádací jednotka BD stroje [6]

1.3.3. Struktura prstencové a rotorové příze

Prstencová příze je vytvořena postupným zjemňováním a zakrucováním předchozího produktu, který má napřímená a urovnaná vlákna. Vlákna jsou v přízi uložena přibližně ve šroubovicích podle obr. 14. Rotorová příze se tvoří přikrucováním vláken na volný konec příze. Na obr. 15a je znázorněna prstencová příze a na obr. 15b rotorová příze.



Obrázek 14 Šroubovicový model příze [7]



Obrázek 15 a) prstencová příze b) rotorová příze

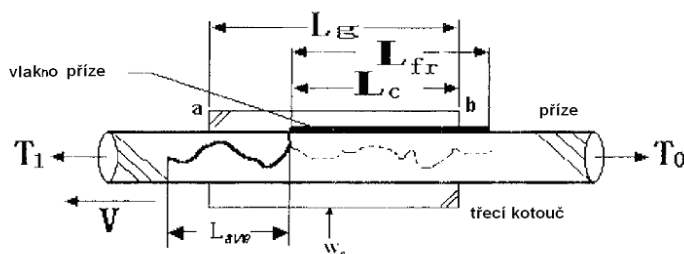
1.3.4. Porovnání vlastností prstencových a rotorových přízí

Příze jsou vyrobeny odlišnými technologiemi a proto mají jinou strukturu. Jiné uspořádání vláken vede k odlišným vlastnostem. Pokud bude mít prstencová a rotorová příze stejné parametry (surovina, jemnost, zákrut) budou mít i odlišné vlastnosti z důvodu jiného uspořádání vláken v přízi. Vyšší míra uspořádanosti vláken v prstencové přízi vede k nižšímu průměru příze, lepší hmotné nestejnoměrnosti a z hlediska pevnosti a tažnosti je prstencová příze pevnější a tažnější, než příze rotorová. Největší pevnost má příze vyrobená technologií česanou. Rotorová příze je chlupatější, má tvrdé jádro, omak je tvrdý, ostrý naopak prstencová příze je měkčí a na omak příjemnější. Zkrácenou technologií není možné vyrobit jemnější příze než 10 tex. Jemnější příze je možné vyrobit technologií česanou. Lze předpokládat, že rotorová

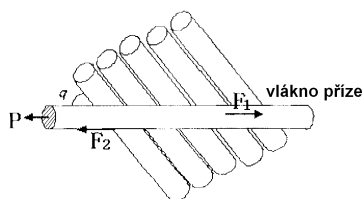
příze je oproti prstencové odolnější v oděru. Ovinky na jejím povrchu zřejmě zpevní strukturu příze a znesnadní povytahování vláken ze struktury.

1.4. Vzájemné ovlivňování vlákna příze s třecím elementem

Způsob jakým dochází k povytahování, respektive k uvolnění vláken ze struktury příze popisuje Jung Lang a Sukang Zhu v práci [8]. Za předpokladu, že všechna vlákna mají kruhový průřez a shodné geometrické a třecí vlastnosti, je možné silovou rovnováhu příze procházející třecí brzdíčkou a možnost uvolnění vlákna z povrchu řešit následovně. Schématicky je situace znázorněna na obr. 16. Příze je odváděna rychlostí V pod napětím T_1 , které způsobí reakci T_0 . Kontakt příze a brzdíčky je realizován v délce L_g mezi místy (a, b) a přitlačná síla v kotouči odpovídá síle W_f . Volný konec odstávajícího vlákna má délku L_{fr} (přerušovaná čára) v dopředném směru, nebo v zpětném směru L_{ave} (plná čára). Silová analýza, která je zobrazena na obr. 17 ukazuje, jaké síly působí na vytahovaná vlákna. Síla P , která drží vlákno je ovlivněna způsobem uložení vlákna v přízi. Čím se bude vlákno blížit ke středu příze, tím je potřebná síla pro jeho vytažení vyšší. Tření vlákna o vlákna v přízi vyvolá sílu F_2 a sílu F_1 vyvolá brzdíčka, o kterou se vlákno z příze vytahuje.



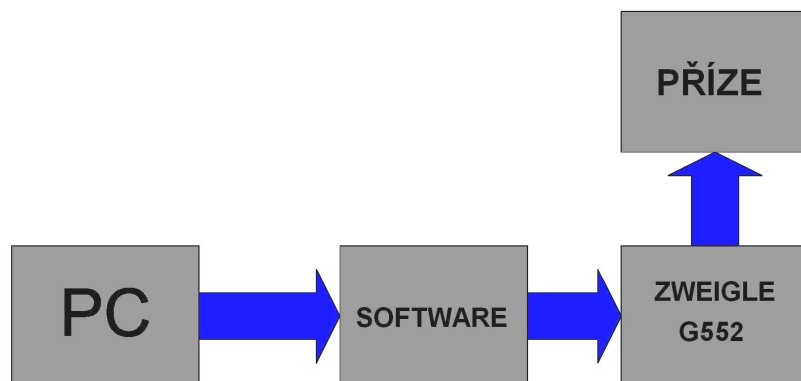
Obrázek 16 Tření mezi vlasem příze a třecím elementem [8]



Obrázek 17 Rovnovážná síla vlákna [8]

2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

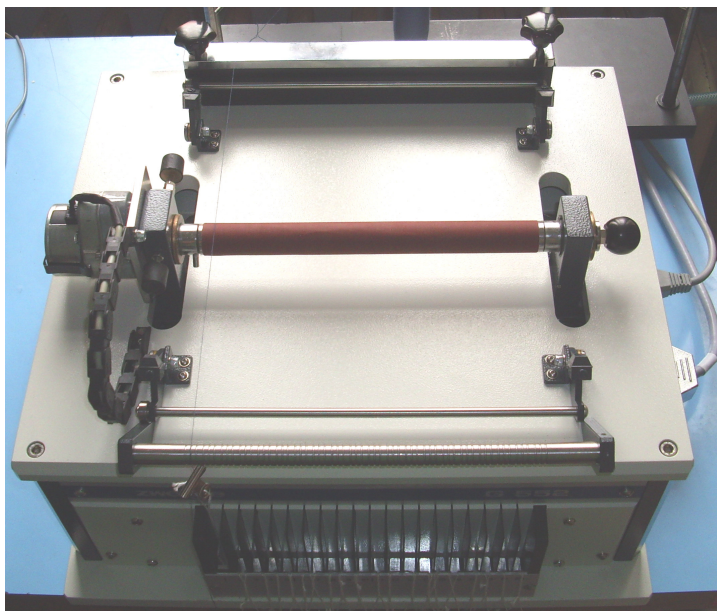
V dnešní době se měření provádí automatizovaně pomocí počítače. Nesmírnou výhodou je automatický záznam hodnot pro delší časová měření. Struktura automatizovaného měření pro měření oděru je na (obr. 18)



Obrázek 18 Blokové schéma automatizovaného měření, znázorněn tok řídicích signálů

2.1. Metodika a popis přístroje Zweigle G552

Přístroj Zweigle byl vyvinut k zjišťování oděru. Příze mohou mít libovolnou finální úpravu a mohou být zhotoveny jakoukoliv technologií s použitím nejširšího spektra materiálů. Metodika měření není nikde detailně popsána a proto jsou v této kapitole uvedeny zjištěné nedostatky přístroje a navržen vhodnější postup pro měření. Přístroj G522 je zobrazen na obr. 19.

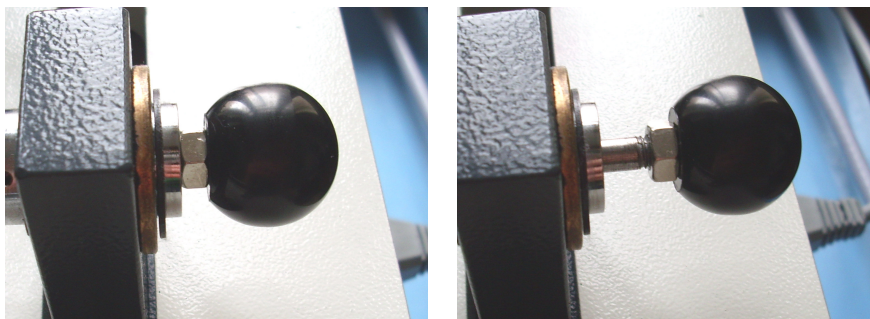


Obrázek 19 Celkový pohled na přístroj Zweigle G552

Vlastní návrh a zhodnocení metodiky je provedeno na prstencových přízích bez šlichty. Důvodem je vyšší časová náročnost přípravy testu a ošlichtovaných přízí.

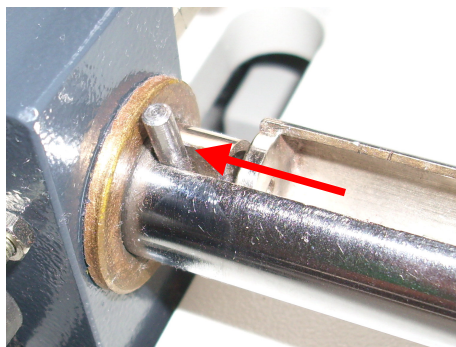
2.1.1. Vložení a výměna brusného elementu

Před vložení brusného elementu dále jen brusného papíru je třeba uvolnit šroub, který brání v rozevření čelistí nosného systému. Zobrazení šroubu je na obrázku 20a, b.



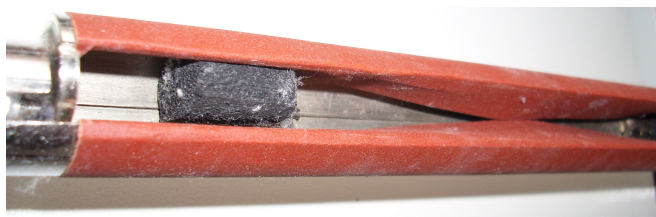
Obrázek 20a, b Šroub na uvolnění čelistí

Dalším prvkem, který brání v rozevření čelisti je kolík, který je třeba zatlačit dle obrázku 21. Po zatlačení dojde k rozevření čelisti a je možné uložit brusný papír, který je ohnut dle přiložené šablony od výrobce.



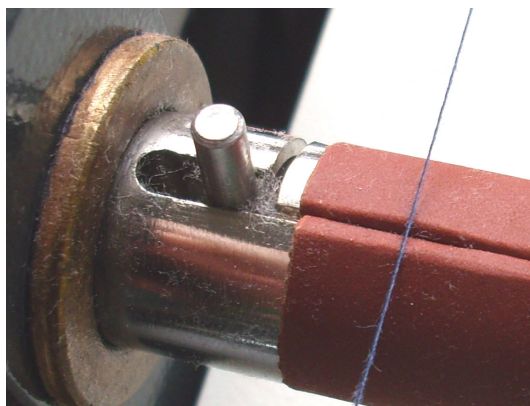
Obrázek 21 Uvolňovací kolík

Brusný papír se vloží mezi čelisti podle obrázku 22 a následuje uzavření čelisti stlačením. Mezi papír je vhodné vložit pěnový člen, který usnadní práci s papírem a zabezpečí ho proti posunu. Dále je zapotřebí opětovně utáhnout bezpečnostní šroub dle 20a, b.



Obrázek 22 Brusný váleček

Při upevnění brusného papíru je zapotřebí se vyhnout chybnému ohnutí hran a eliminovat možná místa, kde není pravidelný ohyb. V místech, kde se objevuje nějaká hrana má příze tendenci přetrhnout se dříve a tyto místa mají vliv na získané výsledky. Na následujících obrázcích 23a, b je příklad špatného upevnění brusného papíru.

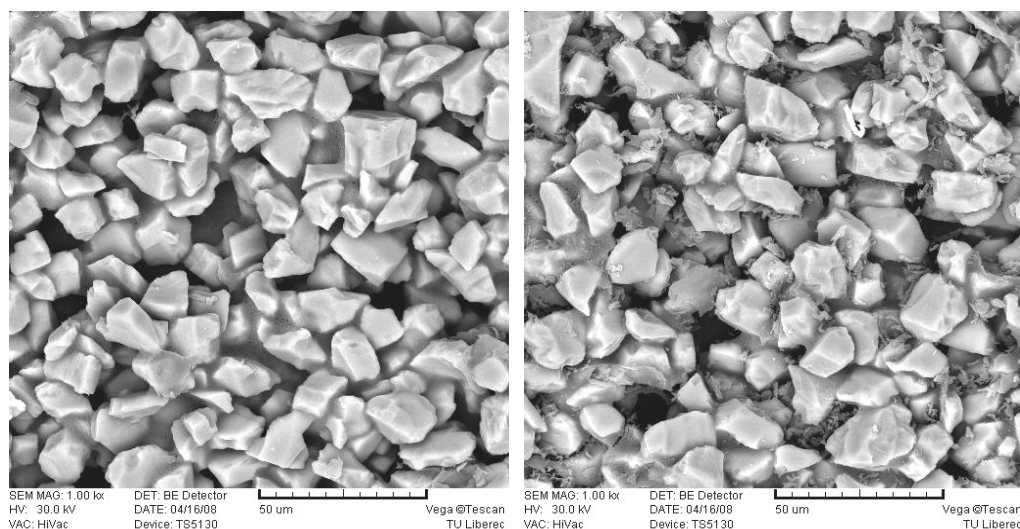


Obrázek 23a, b Nesprávně navedený brusný papír

Manuál přístroje neobsahuje žádná doporučení týkající se výměny brusného papíru při testování. Brusný papír se při oděru zanáší vlákny (obr. 24) a zbytky z vláken (obr. 25b). Tento jev má za následek změnu chování příze při opětovném testování. Dochází k zvýšení počtu cyklů nutných k přetrhu přízí. Jsou-li hodnoceny shodné vzorky na již použitém a z části opotřebeném brusném papíru, dochází k systematickému nárůstu počtu cyklů nutných do porušení přízí. Statisticky jsou data odlišná. Porovnáním dvou výběrů bylo zjištěno, že data vykazují odlišné průměry i rozptyly.



Obrázek 24 Zanesený brusný papír



Obrázek 25 a) Brusný papír před oděrem b) Brusný papír po oděru

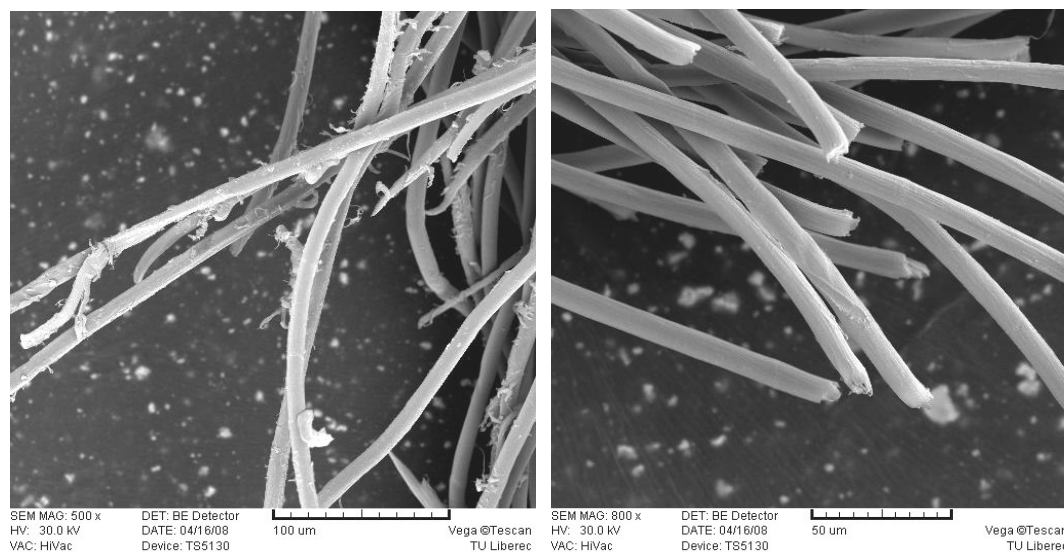
2.1.2. Možnosti přístroje a programu

Celé ovládání přístroje je za pomoci PC. Je možné připevnit vzorky v počtu 1-20. V dnešní době jsou s přístrojem dodány dva typy závaží a to o hmotnostech 20g a 30g pro nastavení předpětí ve vzorku. Odíracím elementem je brusný papír upevněný na válečku. V průběhu měření váleček vykonává kývavý vratný a rotační pohyb, čímž dochází k rovnoměrnějšímu odírání přízí o celý povrch brusného papíru. Oděr je možné testovat do přetrhu jedné, třech, nebo všech dvaceti navedených přízí. Sledovat poškození v jedné, nebo více (až 4) skupinách. Před začátkem testování je třeba uložit informace o měření (jméno, číslo skupiny, design, materiál, jemnost, zastavovací mód, závaží), následně po dokončení měření je možné získat naměřené hodnoty z databáze. Hodnoty se ukládají do souboru s příponou *.mdf, který je možné otevřít v programu Microsoft Excel, nebo v Microsoft Access. Program poskytuje původní data a základní statistické údaje (průměr, směrodatná odchylka, variační koeficient) [12].

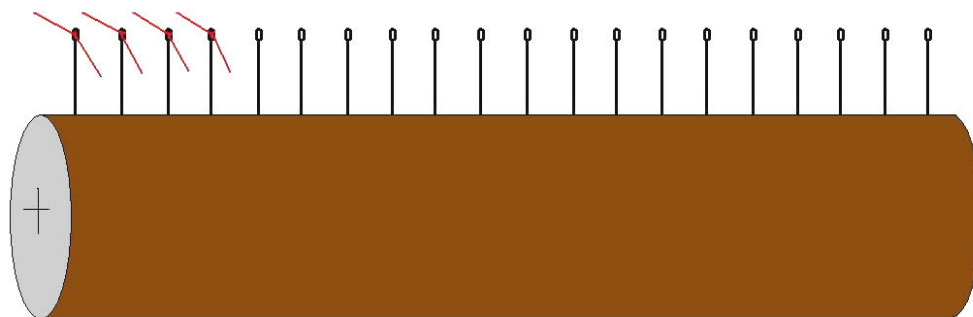
2.1.3. Diskuse – modifikace, návrhy

Jako brusný element je na přístroji Zweigle G552 doporučen brusný papír o zrnitosti 800 (obr. 25a), který se postupným oděrem zanáší vláknennými nečistotami (obr. 25b). Při odírání na brusném papíru dochází k rozřezání vláken a nedochází k přirozenému rozvlákňování (obr. 26a). Místo brusného papíru doporučuji použít normovanou odírací tkaninu, u které zřejmě nedochází k poškození vláken rozřezáním, ale vytahováním (popř. přetrhem) (obr. 26b). Přístroj Zweigle G522 s brusným papírem je vhodné používat pro srovnávací testy. Není možné provést simulační testy, které se více blíží namáhání přízí např. při tkaní.

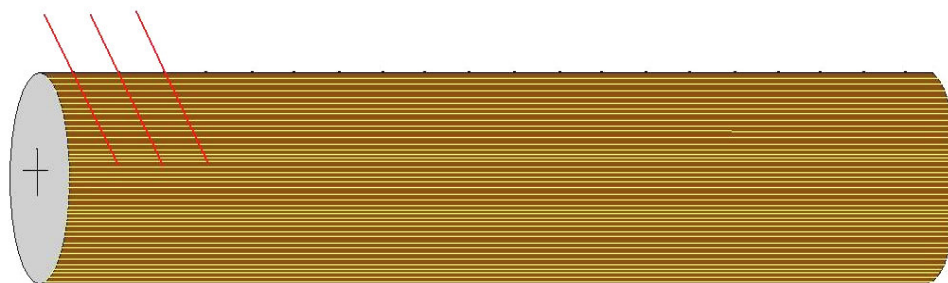
Pro přiblížení oděru je vhodné modifikovat stávající brusný válec podle obr. 27, kde by byla příze navedena přes jehly a odírání by probíhalo o materiál, který se používá ve výrobě a dalo by se simulovat odírání např. o šicí jehly, při tkaní (nitěnky), popřípadě o další nástroje, přes které příze prochází. Další modifikace válce by spočívala v odírání příze o přízi v pravém úhlu (obr. 28).



Obrázek 26 a) Oděr o brusný papír b) Oděr o tkaninu

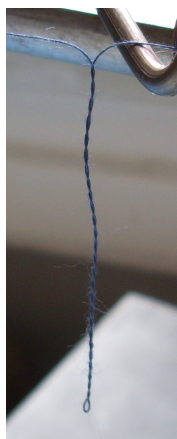


Obrázek 27 Brusný válec s přípravkem



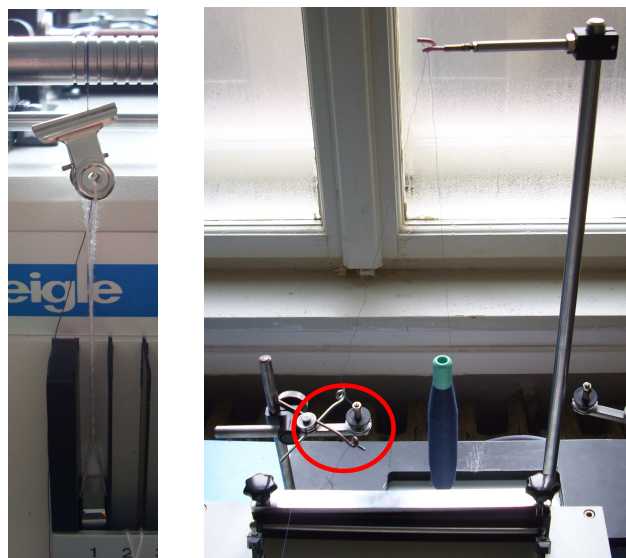
Obrázek 28 Brusný válec s přízí

Správné navedení příze se projeví v konečném výsledku měření. Prvotní způsob navazování příze spočíval v přivázání závaží na jeden konec, navedením příze do drážek a do úchytného mechanismu. Tento způsob byl velmi málo efektivní. Nebyla-li příze vedena prostřednictvím přidaného vodícího zařízení docházelo k jejímu smyčkování (obr. 29), hrnutí zákrutu a rozkrucování. Změna zákrutu příze vedla opět k vyšší variabilitě získaných dat.



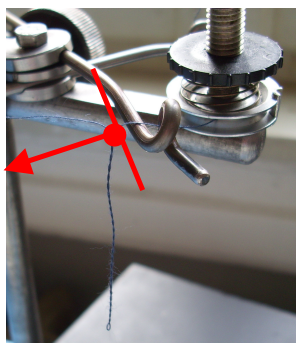
Obrázek 29 Smyčkovitost

V nově modifikovaném způsobu byly použity spony (obr. 30a) a brzdička (obr. 30b).



Obrázek 30 a) Spona b) Pohled na brzdičku

Přízi je třeba odebrat z místa uvedeném na obr. 31 a vytáhnout potřebnou délku k uchycení do spony. Jeden konec se zafixuje podle obr. 32 a na druhý konec připneme sponu tak, aby závaží po přetrhu nemohlo vypadnout z oblasti snímání senzorem. Po celou dobu navazování se nesmí příze uvolnit, aby nedošlo k jejímu rozkroucení. Posledním krokem je uzavření zadní části, aby se nemohla příze uvolnit, jelikož připevnění je provedeno pouze omotáním konce příze o pevné kolíčky v zadní části přístroje.



Obrázek 31 Začátek odebírání příze



Obrázek 32 Uchycení zadního konce příze

2.2. Experiment

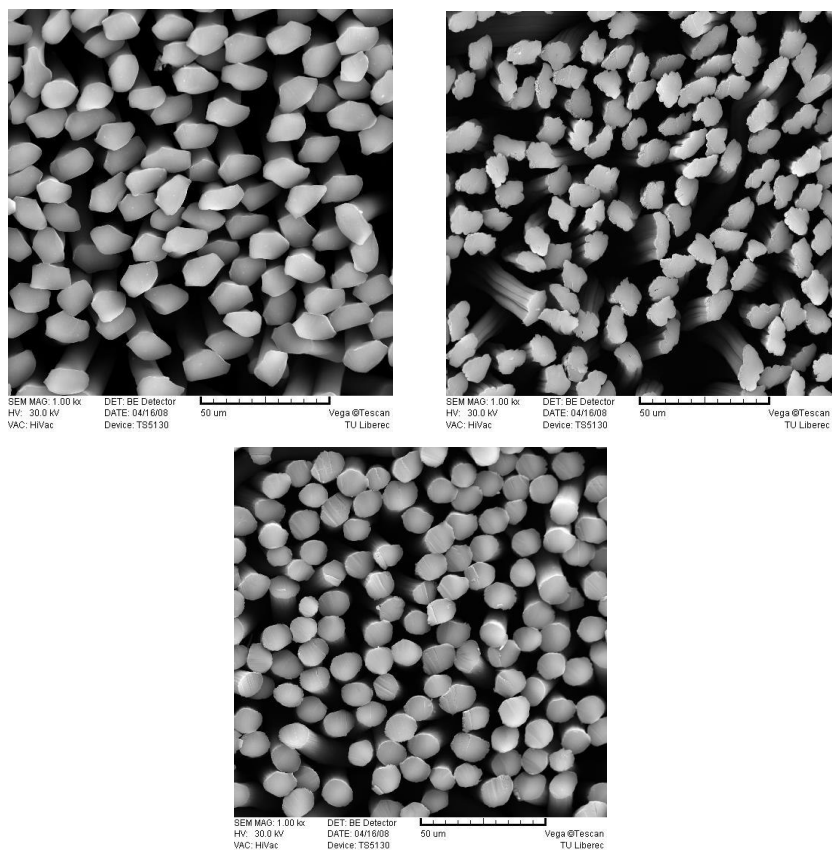
V této kapitole jsou nejprve postupně charakterizovány parametry vláken, parametry odíraných přízí a v poslední části následuje vyhodnocení oděru-vzdornosti přízí. Krátce jsou také metodiky měření použité pro stanovení vybraných vlastností.

2.2.1. Parametry vláken

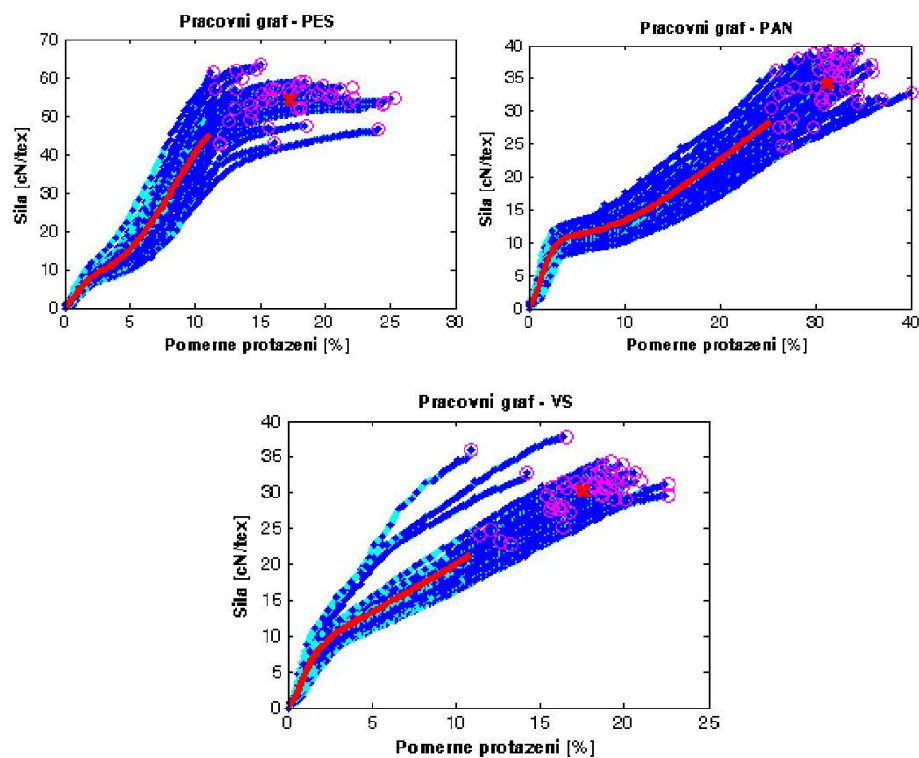
Jemnost vláken byla testována rezonanční metodou na přístroji Vibroskop dle ČSN EN ISO 1973. Pevnost a tažnost vláken byla vyhodnocena na přístroji Vibrodyn podle ČSN EN ISO 5079. Základní hodnoty použitých vláken u prstencových a rotorových přízí jsou uvedeny v tab. 1. Vlákná, která byla použita pro výrobu přízí (obr. 33a, b, c) nemají stejnou jemnost a u PAN vláken se jedná o mikrovlákná. Chování testovaných vláken při mechanickém namáhání je uvedeno na obrázku 34a, b, c. Na obr. 35 jsou zobrazeny průměrné pracovní křivky jednotlivých vláken. Průměrná tahová pracovní křivka byla zhotovena za použití regresní metody nejmenších čtverců. Z grafů se potvrzuje, že PES vlákna vykazují vyšší poměrnou pevnost než vlákna PAN a VS. Tažnost PES vláken je nižší než u vláken PAN a VS, které jsou podobné [9].

Tabulka 1 Parametry vláken [9]

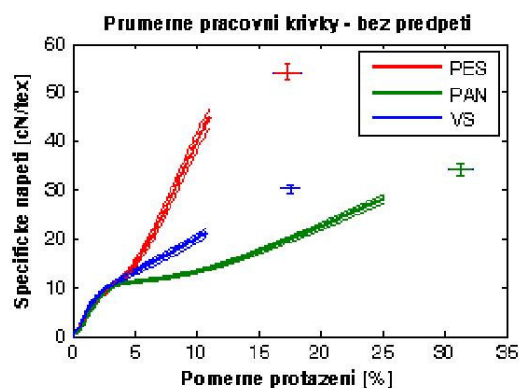
Typ			PES	PAN	VS
Barva			bílá	bílá	tmavě modrá
Jmenovitá jemnost	$t_{vjm.}$	[dtex]	1,3	0,9	1,3
Délka	l_v	[mm]	38	38	38
Průměr	d_v	[mm]	0,0362	0,0357	0,0335
Měrná hmotnost	ρ_v	[kgm ⁻³]	1360	1170	1520
Ohybová tuhost	R_f	[mNmm ² tex ⁻¹]	0,3	0,33-0,48	0,19
Experimentální jemnost	$t_{vexp.}$	[dtex]	1,4	1,17	1,34
			(1,36; 1,45)	(1,13; 1,21)	(1,30; 1,37)
Absolutní pevnost	p	[cN]	7,42	3,97	4,00
			(7,20; 7,64)	(3,81; 4,14)	(3,87; 4,14)
Poměrná pevnost	f	[cNtex ⁻¹]	53,32	33,97	17,56
			(51,67; 54,98)	(32,85; 35,08)	(16,77; 18,34)
Tažnost	ε	[%]	17,51	31,86	30,05
			(16,27; 18,74)	(30,63; 33,08)	(29,11; 30,99)



Obrázek 33 Příčné řezy vláken a)PES b)VS c)PAN



Obrázek 34a, b, c Pracovní diagramy vláken [9]



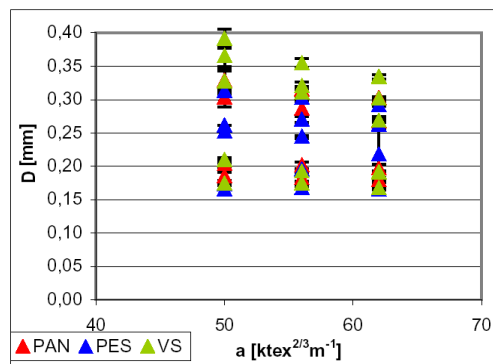
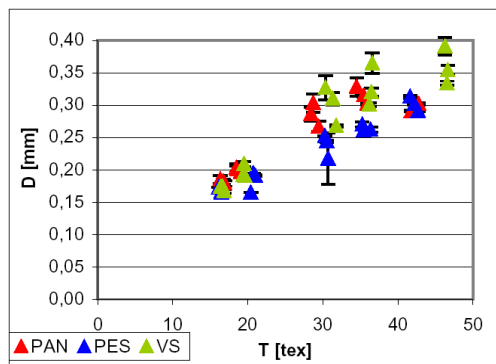
Obrázek 35 Průměrné tahové křivky vláken [9]

Použité vzorky přízí k měření oděru

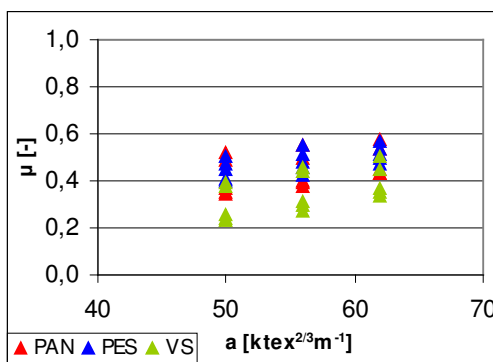
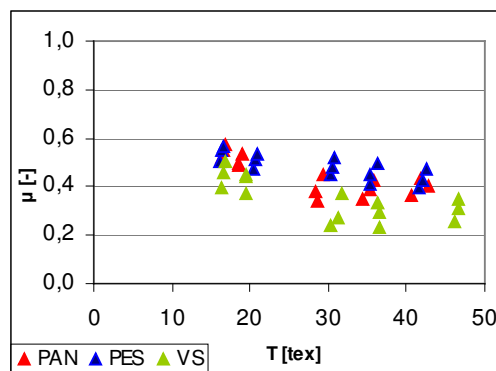
Vzorky přízí byly před vlastním měřením klimatizovány dle ČSN 800061. Měřeny byly příze vyrobené prstencovou technologií ze tří typů vlákenného materiálu (100% PAN, 100% PES, 100% VS), třech úrovní Phrixova zákrutového koeficientu ($50 \text{ ktex}^{2/3}\text{m}^{-1}$, $56 \text{ ktex}^{2/3}\text{m}^{-1}$, $62 \text{ ktex}^{2/3}\text{m}^{-1}$), které byly vypředeny v pěti úrovních jemností (16,5tex, 20tex, 29,5tex, 35,5tex, 42tex).

2.2.2. Charakteristiky měřených přízí

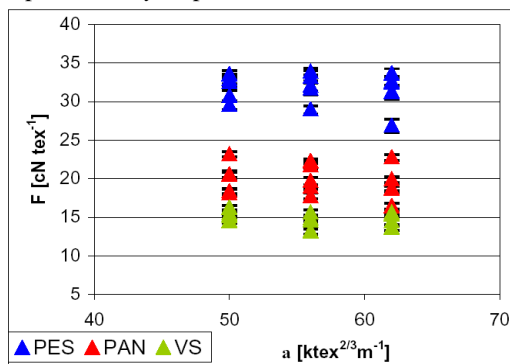
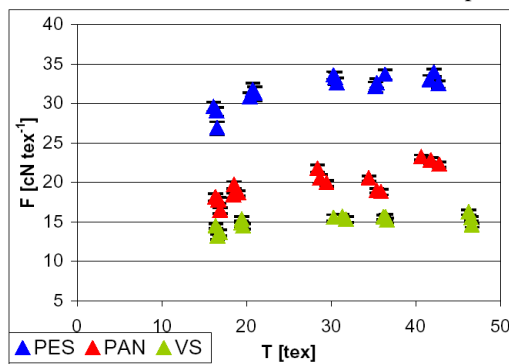
Jemnost přízí byla naměřena podle ČSN EN ISO 2060 a zákrut přízí dle ČSN EN ISO 2061. Výsledky jsou uvedeny v příloze 1. Závislost průměru příze na jemnosti příze a zákrutovém koeficientu je zobrazena na (obr. 36a, b). Zaplnění je dopočítáno ze vztahu 3 a průměr příze je naměřen pomocí přístroje Uster Tester 4. Závislost zaplnění prstencové příze na jemnosti a zákrutovém koeficientu je uvedena na (obr. 37a, b). Pevnost a tažnost přízí byla měřena na přístroji Instron dle ČSN EN ISO 2062. Zprůměrované hodnoty poměrné pevnosti a tažnosti jsou uvedeny v příloze 1. Závislost poměrné pevnosti a tažnosti na jemnosti přízí a na zákrutovém koeficientu jsou zobrazeny pro prstencové příze na (obr. 38 a 39).



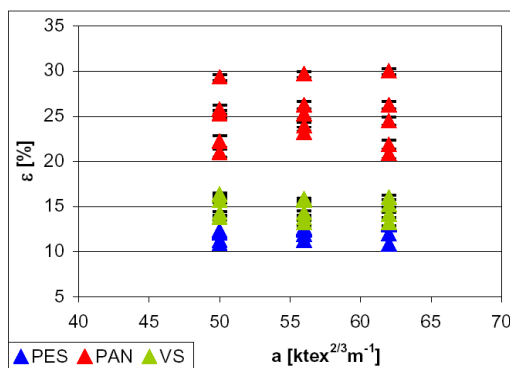
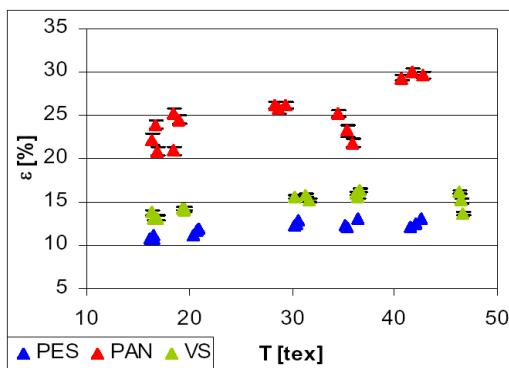
Obrázek 36a, b Průměry prstencový přízí [9]



Obrázek 37 a, b Zaplnění prstencových přízí [9]



Obrázek 38a, b Poměrná pevnost prstencových přízí [9]



Obrázek 39a, b Tažnost prstencových přízí [9]

2.2.3. Vyhodnocení experimentu

Měření oděru proběhlo na přístroji Zweigle G552 podle modifikované metodiky uvedené v experimentální části v kapitole 2. Z předchozích experimentů vyplynulo, že vyšší jemností a vyšším zákrutem je nutné použít vyšší počet cyklů pro jejich porušení. Pro stanovení minimálního počtu měření byly vybrány příze s největší jemností a nejvyšší hodnotou zákrutového koeficientu. Data byla statisticky testována (nezávislost výběru, homogenity a normalita) a výsledně určeny statistické ukazatele (střední hodnota, rozptyl, variační koeficient, interval spolehlivosti, šikmost).

Kombinovaný test normality založený na shodě šikmosti a špičatosti s normálním rozdělením. Normalita je slovní vyjádření závěru testu na zadané hladině významnosti. Normalitu je možné posuzovat také pomocí Q-Q grafu normálního rozdělení pro n naměřených dat x_i , kde n je závislost výběrových kvantilů reprezentovaných samotnými naměřenými daty $x(i)$ uspořádanými podle velikosti na kvantilech normovaného normálního rozdělení a proložení regresní křivkou naměřených hodnot [11]. Homogenita je vlastnost, kterou se označuje skutečnost, že určitá veličina je stále stejná. Hledá vybočující hodnoty z výběru. Počet vybočujících bodů je počet případných měření přesahujících přípustné meze, které je možno považovat za vybočující. Test homogenity lze vyjádřit např. krabicovým grafem.

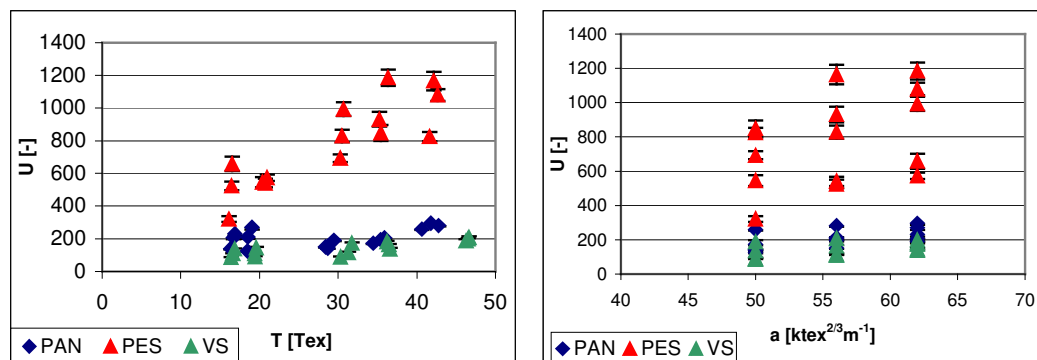
Minimální rozsah výběru byl stanoven dle vztahu č.4

$$n_{\min.} = \frac{g_2 - 1}{4\delta^2(s)} + 1, \quad (4)$$

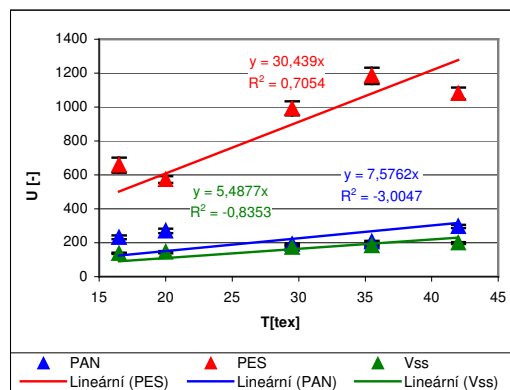
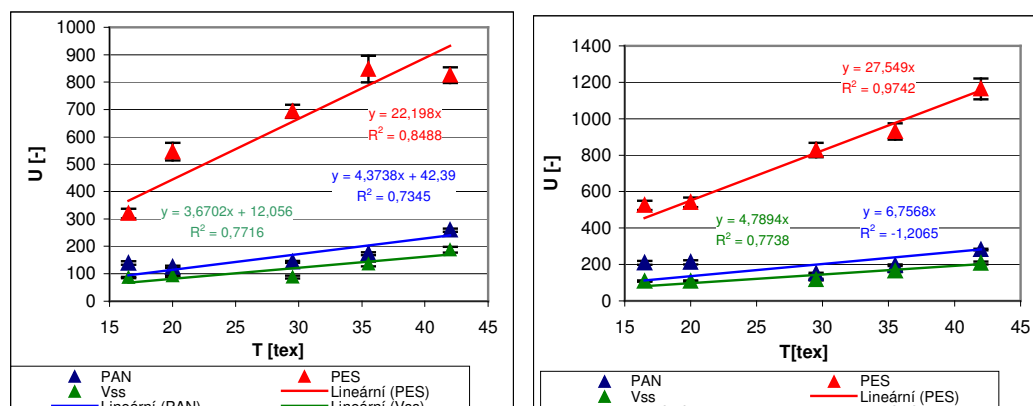
kde g_2 je špičatost a δ je relativní chyba směrodatné odchylky. Pro výpočet byla použita tolerance $\delta(s)=10\%$. Minimální počet měřených dat byl stanoven na 49 a proto byla ostatní měření provedena vždy v 60 opakováních. Jeden návod obsahuje 20 vzorků a pro měření byly použity vždy 3 plné návody. Závislost relativního oděru na zákrutovém koeficientu, na jemnosti, závislost textilního napětí na průměru příze a relativní závislost textilního napětí na jemnosti. Pro stanovení souvislosti mezi parametry vláknenného materiálu a oděru-vzdorností přízí byly použity párové korelační koeficienty. Míra lineární závislosti byla znázorněna spektrem barev v korelační mapě. Pro zhodnocení míry vlivu byla použita analýza rozptylu ANOVA.

Největší oděru-vzdornost vykazují příze ze 100% PES, ale nižší hodnoty vykazují příze ze 100% PAN a 100% VS. Závislost oděru U na jemnosti T je zobrazena na obrázku 40a. Na obrázku 41a, b, c jsou pak zobrazeny závislosti pro jednotlivé

Phrixovy zákrutové koeficienty (50, 56, 62). U testovaných typů přízí s rostoucí jemností a s rostoucím zákrutovým koeficientem roste průměrná hodnota počtu cyklů nutných k porušení příze. Výsledky potvrzují známé skutečnosti, že příze s vyšší jemností mají větší počet vláken v průřezu a jsou-li předeny s vyšším zákrutem, vlákna jsou uvnitř příze více stěsnána a k jejich narušení je nutný větší počet cyklů. Obrázky byly doplněny o konfidenční intervaly a některé proloženy přímkou lineární regrese. Závislost oděru U na zákrutovém koeficientu a je na obr. 40b.

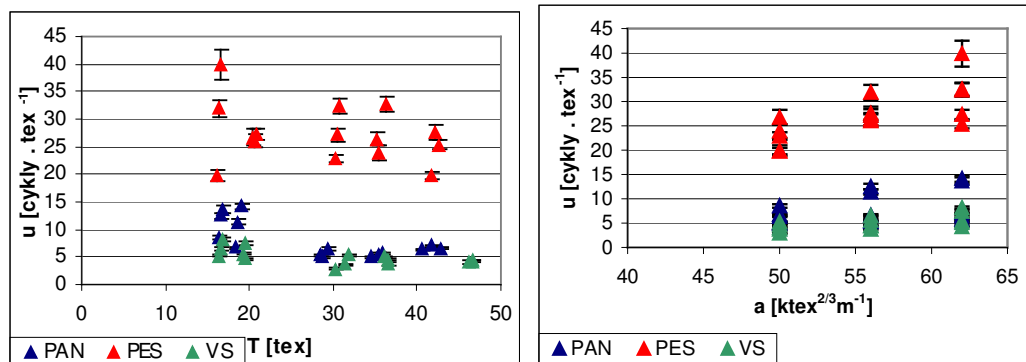


Obrázek 40 a, b Oděr příze



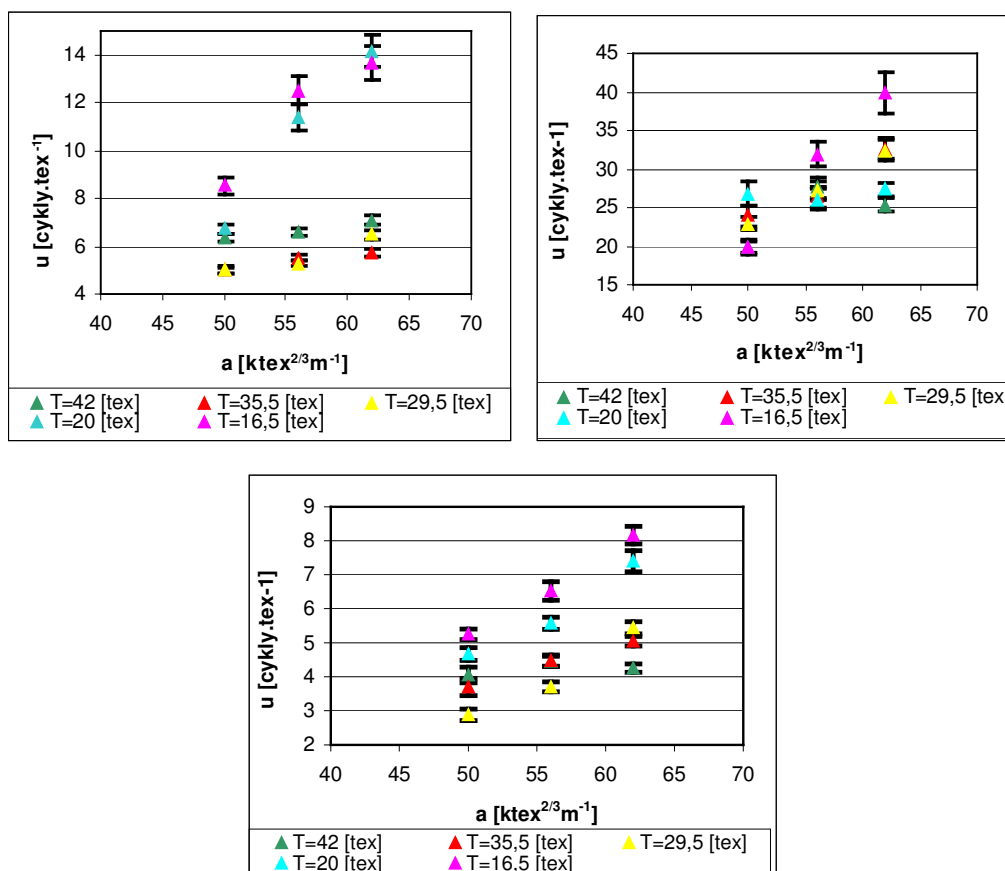
Obrázek 41 Závislost oděru a jemnosti pro Phrixův zákrutový koeficient a) 50, b) 56, c) 62

Z tabulek hodnot oděru U [cykly] (příloha 1) je zřejmý značný vliv jemnosti příze. Proto je výhodnější hodnotit relativní oděr u [cykly tex^{-1}] [10]. Závislost relativního oděru u na jemnosti T je zobrazena na obr. 42a, dále na zákrutovém koeficientu a je na obrázku 42b.



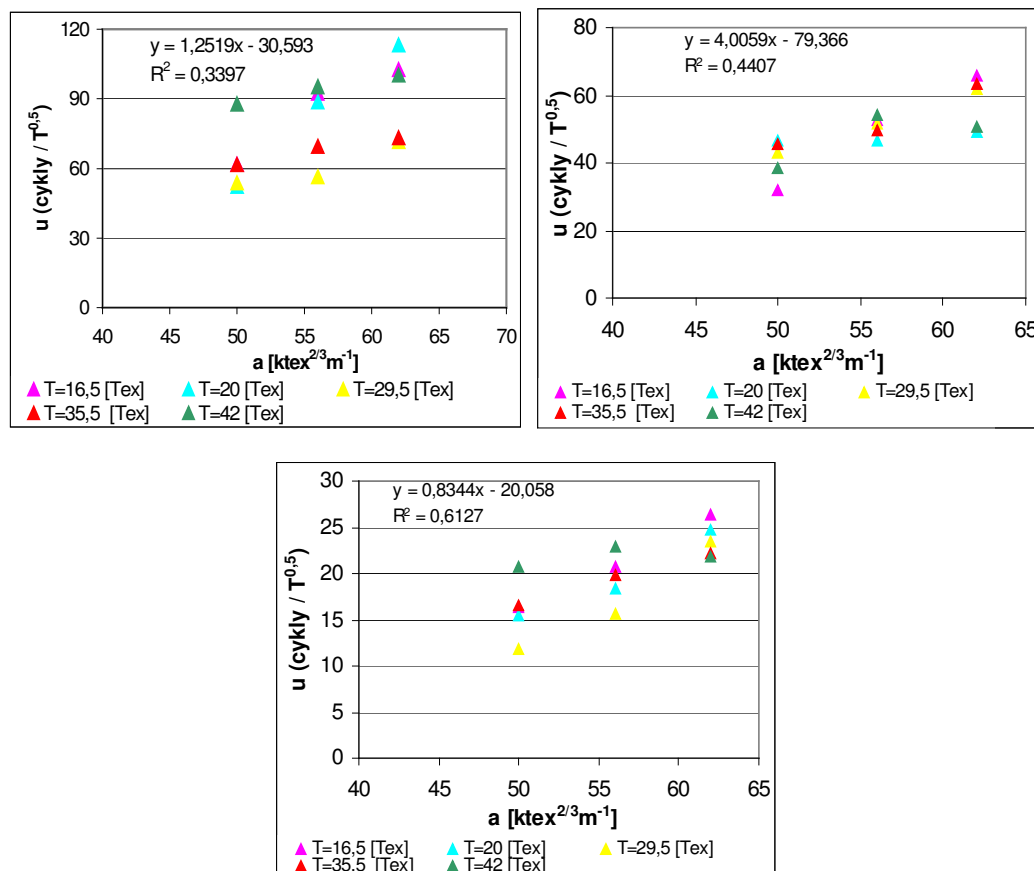
Obrázek 42 Závislost relativního oděru u na a) jemnosti T b) zákrutovém koeficientu a

Závislost relativního oděru na jemnosti pro jednotlivé materiály je znázorněna na obr. 43a, b, c, kde je patrné odstranění vlivu jemnosti.



Obrázek 43a, b, c - Závislost relativního oděru na zákrutovém koeficientu pro 100% PAN, 100% PES, 100% VS

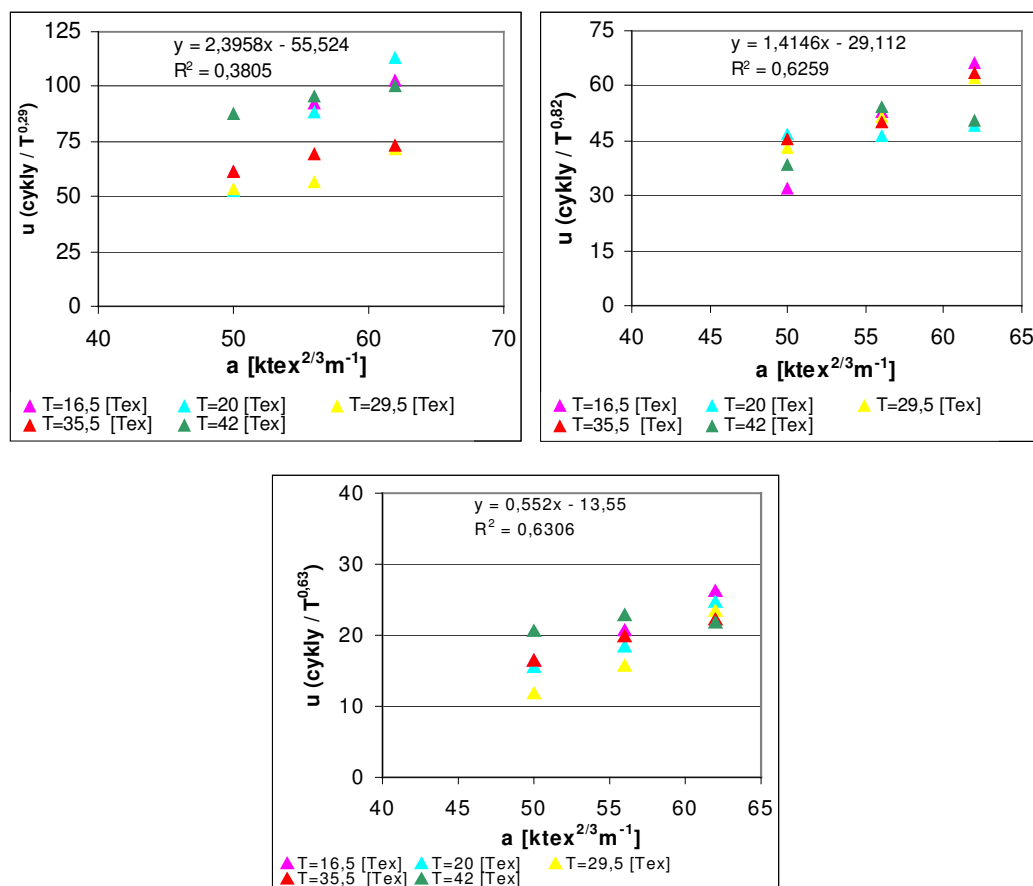
Dále je možné vynášet podíl počtu cyklů u potřebných do přetrhu příze ku průměru příze \sqrt{T} . Vypočtené hodnoty mají větší tendenci přiblížení se k vzájemné linearitě v závislosti na zákrutovém koeficientu a a zároveň dochází ke zvýšení koeficientu determinace R^2 . Závislosti pro jednotlivé materiály jsou uvedeny na obr. 44a, b, c.



Obrázek 44a ,b, c - Závislost relativního oděru na zákrutovém koeficientu pro 100% PAN, 100% PES, 100% VS při koeficientu mocniny 1/2

Empiricky byl dopočítán koeficient mocniny jemnosti pro výpočet relativního oděru u tak, aby nejlépe vystihoval linearitu měřených vzorků přízí v závislosti na zákrutovém koeficientu a a zároveň jsme dosáhli co největší hodnoty koeficientu determinace R^2 pro jednotlivé materiály. Hodnota koeficientu determinace je pro 100% PAN 0,29, 100% PES 0,82 a 100% VS 0,63. Nejsme schopni přesně vyjádřit chování jednotlivých přízí při oděru-vzdornosti u , jelikož neznáme přesné fyzikální chování přízí při vlastním oděru. Materiál ze 100% PAN je zřejmě vyroben dvěma odlišnými technologiemi a to pro dvě skupiny přízí o jemnostech (42Tex, 16,5Tex) a (29,5Tex,

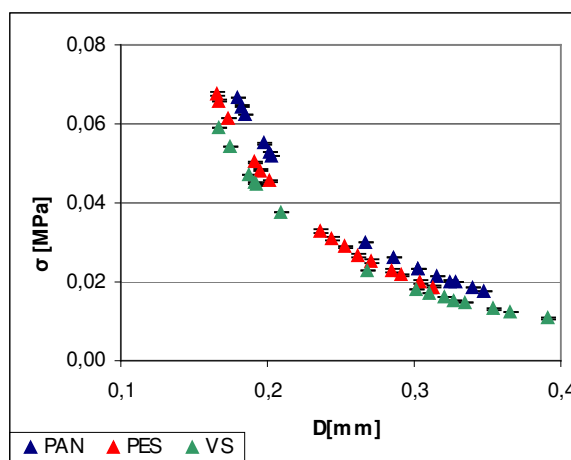
35,5Tex). Závislost jednotlivých materiálů při dopočítaném koeficientu je znázorněna na obr. 45a, b, c.



Obrázek 45a ,b, c - Závislost relativního oděru na zákrutovém koeficientu pro 100% PAN, 100% PES, 100% VS s dopočítaným koeficientem mocniny

Příže byly při testování předepjaty. K dispozici byly však pouze dva typy závaží a nebylo možné velikost předpětí upravit s ohledem na jemnost testované příže. Z tohoto důvodu bylo vypočteno také napětí v přízi. V textilu je obvykle pod pojmem napětí chápána síla vztažená na jemnost tedy tzv. specifické napětí σ , které bylo dopočítáno podle vzorce 5, kde F je síla, kterou vyvinulo zavěšené závaží na přízi (20g), T jemnost příže, S substanční průřez, $\rho_{vl.}$ hustota vláken a z hodnot následně vynesena závislost textilního napětí σ na průměru příže D (obr. 46). Nejmenší tenze se projevuje u příže ze 100% VS, naopak nejvyšší u příže ze 100% PAN. Textilní napětí nejvíce ovlivňuje plocha průřezu příže S a hustota vláken $\rho_{vl.}$

$$\sigma = \frac{F}{T} = \frac{F}{S \rho_{vl.}} \quad (5)$$

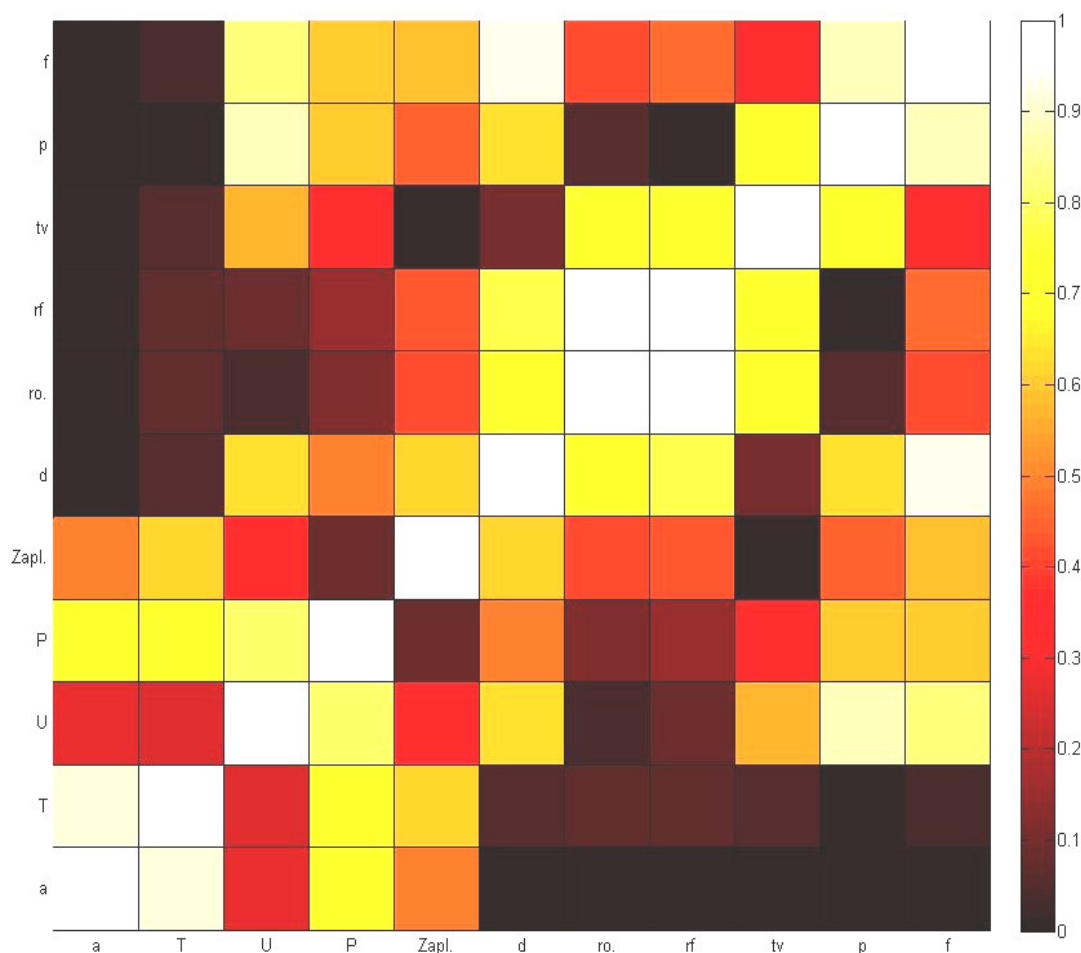


Obrázek 46 Závislost specifického napětí na průměru příze

Vyhodnocení souvislosti mezi oděru-vzdorností a vlákenným materiálem

Jedním z úkolů bylo posoudit souvislost vyhodnocované oděru-vzdornosti přízí s parametry vlákenného materiálu, jemností a zákrutem popř. dalšími vlastnostmi přízí. Pro zjištění souvislosti mezi parametry byly použity párové korelační koeficienty (vzorec 6), kde $\text{cov}(x,y)$ je kovariance náhodných veličin a $\text{var}(X)$, $\text{var}(Y)$ je rozptyl náhodných veličin. Párový korelační koeficient R vyjadřuje míru lineární závislosti mezi dvěma veličinami a je definován vztahem 6. Hodnota $R=1$ vystihuje silnou lineární závislost a $R=0$ o nezávislost mezi sledovanou dvojicí parametrů. Korelační mapa je grafické znázornění množství závislosti mezi veličinami pomocí spektra barev a pro vybrané parametry vláken a přízí je uvedena na obr. 47.

$$R_{1,2} = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sqrt{\text{var } X \text{ var } Y}}. \quad (6)$$



Obrázek 47. Korelační mapa

Z výsledků (příloha 2) je patrné, že jistá souvislost existuje mezi hodnotou odolnosti příze v oděru U a pevností příze P , absolutní pevností vláken p , poměrnou pevností vláken f a slabší korelace také u průměru vláken d , experimentální jemností t_v a zaplněním příze μ . Je nutné zdůraznit, že významná párová korelace není důkazem závislosti. Další souvislost s neuvažovanou vlastností příze může zapříčinit vytvoření klamné korelace. Pro posouzení možných souvislostí je tento koeficient přiměřeně dostatečný.

Pro zhodnocení míry vlivu byla použita analýza rozptylu ANOVA. Slouží k porovnání a zhodnocení různých zdrojů, nebo vlastností různých tříd materiálu na základě změřených hodnot nebo charakteristik [11]. Míra vlivu byla sledována mezi charakteristikami oděru a vybranými vlastnostmi vláken (d_v , ρ_v , R_f , t_v , p , f , ε) a charakteristikami přízí (a , T , P , D , μ). U všech vybraných vlastností vláken a přízí byla prokázána významná souvislost s oděru-vzdorností přízí viz (příloha 3).

ZÁVĚR

Úkolem této práce bylo prostudovat hodnocení oděru přízí a navrhnout, nebo modifikovat stávající metodiku měření s využitím přístroje Zweigle G522. Navrženou metodikou realizovat měření odolnosti v oděru na zadaném souboru staplových přízí a posoudit souvislost vyhodnocované oděru-vzdornosti přízí s parametry vlákenného materiálu, jemností a zákrutem.

Metodika hodnocení pomocí Zweigle G552 je z části popsána v manuálu přístroje. Při vlastním hodnocení byly zjištěny nedostatky při navádění příze do měřicí zóny, způsobu záznamu počtu cyklů při přetrhu a vyhodnocení naměřených dat. Z tohoto důvodu byly navrženy modifikace stávající metody a její případné rozšíření. Změnou metodického postupu je možné získat méně variabilní data a dosáhnout jejich reprodukovatelnosti a opakovanosti. Přínosem je, že rozšířenou metodikou se lze přiblížit způsobu namáhání přízí při jejich zpracování do plošných textilií. Obvykle je pro popis oděru vzdornosti používán počet cyklů nutných k přetrhu příze U , nebo úbytkem hmotnosti testovaných vzorků v procesu odírání.

Experimentální měření oděru –vzdornosti proběhlo na přístroji Zweigle G552 na souboru čtyřiceti pěti experimentálních přízí. Příze byly připraveny klasickým prstencovým dopřádáním ze tří typů vlákenného materiálu (100% PAN, 100% PES, 100% VS), v pěti úrovních jemností (16,5tex, 20tex, 29,5tex, 35,5tex, 42tex) a třech úrovních Phrixova zákrutového koeficientu ($50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$, $56 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$, $62 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$).

Na základě experimentálních výsledků je možné konstatovat, že se potvrdily základní souvislosti mezi strukturními parametry a mechanicko fyzikálními vlastnostmi přízí. Odolnost v oděru vyjádřená počtem cyklů nutných k porušení s rostoucí jemností a zákrutovým koeficientem roste. Pro lepší posouzení souvislostí mezi oděrem, geometrickými parametry a vlastnostmi vláken byla navržena další kritéria popisující chování přízí při namáhání oděrem. Relativní počet cyklů u definovaný jako podíl cyklů nutných k přetržení a jemnosti příze s rostoucím zákrutovým koeficientem roste, což potvrzuje významný vliv velikosti zákrutu. Textilní napětí s rostoucím průměrem příze přibližně exponenciálně klesá a tento jev souvisí se způsobem výpočtu textilního napětí.

Jako nejméně odolné proti namáhání oděrem se jeví příze ze 100% VS mírně vyšších hodnot dosahují příze ze 100% PAN a nejvyšší odolnost vykazují příze ze 100% PES. Oděru-vzdornost přízí souvisí se všemi testovanými parametry vláken (d_v ,

$\rho_v, R_f, t_v, p, f, \varepsilon$) a charakteristikami přízí (a, T, P, D, μ), což potvrdila korelační analýza a analýza rozptylu.

Bylo by vhodné zkonstruovat přístroj, který bude odírat přízi o přízi, nebo modifikovat stávající odírání o brusný papír za jiný reálný povrch. Dále prozkoumat chování fyzikálních vlastností, které probíhají při vlastním oděru jednotlivých přízí. Zkusit proměřit rozsáhlejší náhodný výběr přízí, při kterém bude sledován celý výrobní proces a v úvahu budeme brát i odchylky vyrobených přízí.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] KOVAČIČ, V. *Zkoušení textilií*. Vysokoškolská skripta, FT TUL, Liberec
URL: <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/ZKT2dil.pdf>
- [2] Kolektiv autorů. *Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů*.
Vysokoškolská skripta, FT TUL, Liberec URL:
<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2003-02-17/12-36-41.pdf>
- [3] *Yarn on yarn abrasion test* Technical notes 18, January 2005
URL : http://www.tensiontech.com/papers/technical_notes/TN18_Yarn_on_Yarn.pdf
- [4] *Yarn abrasion tester*. Stránky firmy Wira
URL: <http://www.wira.com/PDF%20Pages/Fibres%20and%20Yarns/Yarn%20Abrasion.pdf>
- [5] *Abrasion tester*. Stránky firmy Zweigle
URL: http://zweigle.com/zweigle/products/G_552/Zweigle_Abrasion_Tester-G_552.htm
- [6] JIRÁSKOVÁ, P. *Výroba délkových textilií* Vysokoškolská skripta, FT TUL 2004, Liberec
- [7] NECKÁŘ, B. *Struktura textilií* Vysokoškolská skripta, FT TUL 2007, Liberec
URL: <http://www.ft.tul.cz/depart/ktt/default.htm>
- [8] JUN, SUKANG; NING. *Changing Yarn Hairiness During Winding. Textile Research Journal*; Oct 2004, pg905
- [9] Interní materiály. *Analýza vlastností prstencových přízí*, Výzkumná zpráva, FT TUL 2007, Liberec
- [10] Neckář, B. *Struktura a vlastnosti bavlněné příze mykané (etapa II) zpráva č. S72 – IX.71*, 1971. Státní výzkumný ústav Liberec – oddělení textilní technologie
- [11] Karel, K. *QC Expert uživatelský manuál*, verze 2.7, TriloByte, 2000, 2004
- [12] *Operating instructions G522*, Manual Zweigle URL: www.zweigle.com
- [13] *Manuál přístroje Uster Tester 4*. URL: www.uster.com

PŘÍLOHY A SOUBORY

Elektronická verze této dokumentace obsahuje přílohy

Příloha 1. - Parametry přízí a vláken

Příloha 2. – Korelační analýza

Příloha 3. – Analýza rozptylu Anova

Příloha CD - text bakalářské práce

Příloha 1

Tabulka 2a Parametry přízí a vláken ze 100% PAN část 1

Jmenovitá jemnost příze	$T_{jm.}$ [tex]	16,5	16,5	16,5	20	20	20
Zákrutový koeficient	a [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	50	56	62	50	56	62
Experimentální jemnost příze	$T_{exp.}$ [tex]	16,32	16,68	16,88	18,46	18,52	19,06
		(15,87; 16,74)	(16,39; 16,97)	(16,71; 17,05)	(17,97; 18,95)	(18,23; 18,81)	(18,71; 19,41)
Zákrut příze	Z [m ⁻¹]	918,64	1069,56	1194,68	810,92	896,44	1049,48
		(903,34; 933,94)	(1057,11; 1082,01)	(1182,41; 1206,95)	(804,92; 816,92)	(890,97; 901,91)	(1042,39; 1056,57)
Průměr příze	D [mm]	0,185	0,182	0,179	0,203	0,201	0,197
		(0,182;0,188)	(0,180;0,184)	(0,177;0,181)	(0,200;0,207)	(0,199;0,204)	(0,194;0,200)
Zaplnění	μ [-]	0,519	0,548	0,574	0,488	0,499	0,535
Pevnost	P [N]	2,96	2,96	2,78	3,39	3,65	3,55
		(2,88; 3,04)	(2,90; 3,03)	(2,71; 2,84)	(3,33; 3,46)	(3,57; 3,73)	(3,48; 3,62)
Poměrná pevnost	F [cNtex ⁻¹]	18,13	17,75	16,44	18,38	19,70	18,64
		(17,65; 18,60)	(17,36; 18,16)	(16,08; 16,80)	(18,04; 18,72)	(19,26; 20,12)	(18,28; 19,00)
Tažnost	ε_p [%]	22,17	23,87	20,84	20,91	25,19	24,46
		(21,52; 22,83)	(23,37; 24,37)	(20,30; 21,37)	(20,45; 21,36)	(24,70; 25,64)	(24,00; 24,93)
Oděr	U [-]	139	208	231	124	211	270
		(133;145)	(199;218)	(219;243)	(121;128)	(201;222)	(258;282)
Relativní oděr	u [-]	8,52	12,49	13,69	6,74	11,41	14,16
		(8,18;8,87)	(11,09;13,08)	(12,99;14,40)	(6,54;6,94)	(10,84;11,97)	(13,52;14,80)
Specifické napětí	σ [MPa]	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06

Tabulka 2a Parametry přízí a vláken ze 100% PAN část 2

Jmenovitá jemnost příze	$T_{jm.}$ [tex]	29,5	29,5	29,5	35,5	35,5	35,5
Zákrutový koeficient	a [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	50	56	62	50	56	62
Experimentální jemnost příze	$T_{exp.}$ [tex]	28,7	28,4	29,44	34,46	35,4	35,9
		(27,93; 29,47)	(27,76; 29,04)	(29,12; 29,76)	(34,22; 34,70)	(35,19; 35,61)	(35,42; 36,38)
Zákrut příze	Z [m ⁻¹]	476,2	516,72	642,3	458,28	516,26	570,52
		(469,98; 482,42)	(509,22; 524,22)	(634,51; 650,09)	(452,82; 463,74)	(512,81; 519,71)	(564,63; 576,41)
Průměr příze	D [mm]	0,303	0,286	0,267	0,328	0,315	0,302
		(0,296;0,310)	(0,281;0,292)	(0,263;0,271)	(0,321;0,335)	(0,314;0,317)	(0,301;0,303)
Zaplnění	μ [-]	0,340	0,378	0,450	0,349	0,388	0,429
Pevnost	P [N]	5,87	6,18	5,86	7,07	6,71	6,75
		(5,70; 6,04)	(6,04; 6,31)	(5,76; 5,97)	(6,96; 7,19)	(6,60; 6,81)	(6,62; 6,87)
Poměrná pevnost	F [cNtex ⁻¹]	20,45	21,76	19,92	20,52	18,94	18,80
		(19,86; 21,04)	(21,28; 22,23)	(19,55; 20,28)	(20,19; 20,85)	(18,65; 19,23)	(18,45; 19,15)
Tažnost	ε_p [%]	25,73	26,22	26,20	25,22	23,19	21,80
		(25,23; 26,23)	(25,81; 26,63)	(25,78; 26,63)	(24,78; 25,66)	(22,56; 23,81)	(21,27; 22,33)
Oděr	U [-]	143	150	191	173	196	206
		(140;147)	(147;154)	(186;196)	(168;179)	(191;201)	(201;211)
Relativní oděr	u [-]	5,00	5,30	6,49	5,03	5,52	5,74
		(4,88;5,11)	(5,17;5,42)	(6,30;6,67)	(4,89;5,18)	(5,39;5,66)	(5,59;5,88)
Specifické napětí	σ [MPa]	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02

Tabulka 2a Parametry přízí a vláken ze 100% PAN část 3

Jmenovitá jemnost příze	$T_{jm.}$ [tex]	42	42	42
Zákrutový koeficient	a [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	50	56	62
Experimentální jemnost příze	$T_{exp.}$ [tex]	40,64	42,76	41,78
		(40,29; 40,99)	(41,58; 43,94)	(41,56; 42,00)
Zákrut příze	Z [m ⁻¹]	389,8	437,2	470,44
		(386,87; 392,73)	(432,88; 441,52)	(465,03; 475,85)
Průměr příze	D [mm]	0,348	0,340	0,325
		(0,346;0,350)	(0,336;0,345)	(0,324;0,327)
Zaplnění	μ [-]	0,365	0,403	0,431
Pevnost	P [N]	9,42	9,52	9,52
		(9,29; 9,55)	(9,38; 9,66)	(9,36; 9,67)
Poměrná pevnost	F [cNtex ⁻¹]	23,18	22,26	22,78
		(22,86; 23,49)	(21,94; 22,59)	(22,40; 23,15)
Tažnost	ϵ_p [%]	29,29	29,64	29,97
		(28,98; 29,59)	(29,30; 29,96)	(29,62; 30,28)
Oděr	U [-]	259	281	296
		(253;265)	(276;287)	(287;305)
Relativní oděr	u [-]	6,38	6,58	7,09
		(6,23;6,52)	(6,44;6,71)	(6,88;7,30)
Specifické napětí	σ [MPa]	0,02	0,02	0,02

Tabulka 2b Parametry přízí a vláken ze 100% PES část 1

Jmenovitá jemnost příze	$T_{jm.}$ [tex]	16,5	16,5	16,5	20	20	20
Zákrutový koeficient	a [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	50	56	62	50	56	62
Experimentální jemnost příze	$T_{exp.}$ [tex]	16,10	16,45	16,51	20,39	20,73	20,96
		(15,87; 16,33)	(16,33; 16,57)	(16,42; 16,60)	(20,24; 20,54)	(20,56; 20,90)	(20,92; 21,00)
Zákrut příze	Z [m ⁻¹]	746	857	813	628	673	803
		(737,29; 754,31)	(848,44; 865,88)	(804,72; 822,24)	(621,31; 635,57)	(662,67; 638,73)	(796,04; 809,00)
Průměr příze	D [mm]	0,173	0,167	0,165	0,201	0,195	0,191
		(0,173;0,173)	(0,167;0,167)	(0,165;0,165)	(0,201;0,202)	(0,195;0,195)	(0,191;0,192)
Zaplnění	μ [-]	0,504	0,552	0,568	0,473	0,511	0,538
Pevnost	P [N]	4,76	4,76	4,44	6,28	6,57	6,55
		(4,66; 4,86)	(4,68; 4,85)	(4,30; 4,57)	(6,14; 6,41)	(6,39; 6,75)	(6,36; 6,74)
Poměrná pevnost	F [cNtex ⁻¹]	29,55	28,96	26,87	30,78	31,69	31,24
		(28,96; 30,17)	(28,43; 29,50)	(26,05; 27,69)	(30,13; 31,42)	(30,83; 32,56)	(30,35; 32,14)
Tažnost	ε_p [%]	10,82	11,16	10,78	11,16	11,82	11,92
		(10,69; 10,59)	(10,99; 11,34)	(10,52; 11,04)	(10,97; 11,35)	(11,61; 12,03)	(11,65; 12,18)
Oděr	U [-]	320	524	658	546	541	573
		(303;338)	(499;550)	(614;703)	(514;577)	(514;567)	(553;593)
Relativní oděr	u [-]	19,89	31,88	39,86	26,76	26,08	27,33
		(18,82;20,96)	(30,31;33,44)	(37,17;42,55)	(25,21;28,31)	(24,80;27,36)	(26,38;28,28)
Specifické napětí	σ [MPa]	0,06	0,065895764	0,067502918	0,045488155	0,05	0,050376003

Tabulka 2b Parametry přízí a vláken ze 100% PES část 2

Jmenovitá jemnost příze	$T_{jm.}$ [tex]	29,5	29,5	29,5	35,5	35,5	35,5
Zákrutový koeficient	a [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	50	56	62	50	56	62
Experimentální jemnost příze	$T_{exp.}$ [tex]	30,26	30,49	30,67	35,41	35,23	36,36
		(30,13; 30,39)	(30,33; 30,65)	(30,51; 30,83)	(35,20; 35,62)	(34,67; 35,79)	(36,00; 36,72)
Zákrut příze	Z [m ⁻¹]	440	501	579	441	481	502
		(434,99; 445,49)	(496,55; 504,65)	(574,37; 582,63)	(435,41; 446,03)	(475,56; 486,04)	(496,71; 507,29)
Průměr příze	D [mm]	0,252	0,244	0,236	0,284	0,270	0,262
		(0,252;0,253)	(0,243;0,245)	(0,236;0,236)	(0,254;0,315)	(0,268;0,272)	(0,260;0,264)
Zaplnění	μ [-]	0,446	0,480	0,516	0,411	0,453	0,496
Pevnost	P [N]	10,15	10,12	9,99	11,53	11,29	12,23
		(9,99; 10,31)	(9,87; 10,37)	(9,79; 10,20)	(11,32; 11,74)	(11,05; 11,55)	(12,00; 12,47)
Poměrná pevnost	F [cNtex ⁻¹]	33,54	33,20	32,58	32,57	32,06	33,65
		(33,02; 34,06)	(32,38; 34,02)	(31,91; 33,25)	(31,98; 33,15)	(31,38; 32,78)	(33,00; 34,29)
Tažnost	ε_p [%]	12,28	12,50	12,93	12,04	12,35	13,13
		(12,18; 12,39)	(12,27; 12,74)	(12,74; 13,12)	(11,86; 12,21)	(12,11; 12,59)	(12,94; 13,32)
Oděr	U [-]	693	828	992	847	930	1185
		(669;717)	(790;866)	(951;1034)	(799;896)	(885;975)	(1135;1234)
Relativní oděr	u [-]	22,90	27,16	32,36	23,93	26,40	32,58
		(22,10;23,69)	(25,90;28,42)	(31,00;33,71)	(22,56;25,30)	(25,12;27,69)	(31,22;33,94)
Specifické napětí	σ [MPa]	0,028939389	0,030868163	0,03299639	0,022785248	0,025209423	0,026772434

Tabulka 2b Parametry přízí a vláken ze 100% PES část 3

Jmenovitá jemnost příze	$T_{jm.}$ [tex]	42	42	42
Zákrutový koeficient	a [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	50	56	62
Experimentální jemnost příze	$T_{exp.}$ [tex]	41,61	42,15	42,66
		(41,29; 41,93)	(41,97; 42,33)	(42,45; 42,87)
Zákrut příze	Z [m ⁻¹]	392	393	469
		(384,47; 395,89)	(389,97; 395,55)	(465,46; 473,02)
Průměr příze	D [mm]	0,313	0,304	0,291
		(0,312; 0,314)	(0,303; 0,305)	(0,291; 0,292)
Zaplnění	μ [-]	0,398	0,427	0,472
Pevnost	P [N]	13,70	14,30	13,84
		(13,44; 13,97)	(14,10; 14,50)	(13,63; 14,04)
Poměrná pevnost	F [cNtex ⁻¹]	32,93	33,92	32,43
		(32,29; 33,58)	(33,45; 34,39)	(31,94; 32,92)
Tažnost	ϵ_p [%]	12,12	12,59	13,04
		(11,96; 12,28)	(12,45; 12,73)	(12,84; 13,25)
Oděr	U [-]	825	1164	1080
		(797; 853)	(1108; 1221)	(1044; 1116)
Relativní oděr	u [-]	19,83	27,62	25,32
		(19,15; 20,51)	(26,28; 28,97)	(24,48; 26,16)
Specifické napětí	σ [MPa]	0,018758658	0,019885809	0,021702235

Tabulka 2c Parametry přízí a vláken ze 100% VS část 1

Jmenovitá jemnost příze	$T_{jm.}$ [tex]	16,5	16,5	16,5	20	20	20
Zákrutový koeficient	a [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	50	56	62	50	56	62
Experimentální jemnost příze	$T_{exp.}$ [tex]	16,36	16,60	16,83	19,45	19,39	19,59
		(15,83; 16,88)	(16,53; 16,68)	(16,74; 16,92)	(19,28; 19,63)	(19,22; 19,56)	(19,26; 19,92)
Zákrut příze	Z [m ⁻¹]	776,44	871,20	1056,00	773,06	845,22	865,22
		(773,85; 779,03)	(868,75; 873,65)	(1053; 1059)	(770,48; 775,64)	(891,54; 848,90)	(861,54; 868,90)
Průměr příze	D [mm]	0,187	0,174	0,167	0,209	0,192	0,191
		(0,187;0,188)	(0,173;0,176)	(0,166;0,169)	(0,207;0,211)	(0,192;0,193)	(0,190;0,192)
Zaplnění	μ [-]	0,392	0,460	0,506	0,373	0,441	0,450
Pevnost	P [N]	2,37	2,18	2,30	2,98	2,87	2,83
		(2,32; 2,42)	(2,13; 2,23)	(2,24; 2,35)	(2,91; 3,05)	(2,81; 2,94)	(2,76; 2,90)
Poměrná pevnost	F [cNtex ⁻¹]	14,50	13,15	13,65	15,31	14,80	14,44
		(14,21; 14,77)	(12,84; 13,46)	(13,31; 13,99)	(14,96; 15,68)	(14,48; 15,13)	(14,10; 14,79)
Tažnost	ϵ_p [%]	13,76	13,17	13,17	14,21	14,25	14,09
		(13,50; 14,02)	(12,88; 13,47)	(12,88; 13,47)	(13,97; 14,45)	(13,99; 14,51)	(13,79; 14,39)
Oděr	U [-]	86	108	137	91	108	145
		(83;88)	(104;113)	(133;142)	(87;95)	(105;111)	(139;151)
Relativní oděr	u [-]	5,25	6,52	8,16	4,67	5,57	7,40
		(5,09;5,40)	(6,25;6,80)	(7,91;8,42)	(4,49;4,86)	(5,39;5,74)	(7,09;7,71)
Specifické napětí	σ [MPa]	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04	0,05

Tabulka 2c Parametry přízí a vláken ze 100% VS část 2

Jmenovitá jemnost příze	$T_{jm.}$ [tex]	29,5	29,5	29,5	35,5	35,5	35,5
Zákrutový koeficient	a [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	50	56	62	50	56	62
Experimentální jemnost příze	$T_{exp.}$ [tex]	30,32	31,30	31,76	36,58	36,46	36,18
		(29,85; 30,78)	(31,17; 30,43)	(31,42; 32,10)	(36,27; 36,89)	(36,09; 36,83)	(35,70; 36,66)
Zákrut příze	Z [m ⁻¹]	483,42	527,78	573,36	465,54	504,30	573,00
		(481,94; 484,90)	(525,92; 529,64)	(571,82; 574,90)	(464,16; 466,92)	(502,71; 505,89)	(571,81; 574,16)
Průměr příze	D [mm]	0,327	0,310	0,268	0,365	0,320	0,301
		(0,318;0,337)	(0,305;0,315)	(0,267;0,269)	(0,357;0,373)	(0,317;0,323)	(0,300;0,303)
Zaplnění	μ [-]	0,238	0,273	0,371	0,230	0,298	0,335
Pevnost	P [N]	4,71	4,89	4,86	5,54	5,69	5,64
		(4,59; 4,82)	(4,78; 5,00)	(4,75; 4,97)	(5,41; 5,67)	(5,56; 5,82)	(5,53; 5,75)
Poměrná pevnost	F [cNtex ⁻¹]	15,53	15,62	15,30	15,14	15,60	15,60
		(15,14; 15,91)	(15,27; 15,97)	(14,95; 15,65)	(14,80; 15,49)	(15,24; 15,97)	(15,29; 15,90)
Tažnost	ϵ_p [%]	15,59	15,81	15,15	16,28	15,66	15,98
		(15,40; 15,78)	(15,65; 15,97)	(14,92; 15,38)	(16,10; 16,45)	(15,37; 15,96)	(15,73; 16,23)
Oděr	U [-]	87	116	173	135	163	183
		(82;93)	(111;120)	(167;178)	(126;145)	(157;169)	(178;188)
Relativní oděr	u [-]	2,88	3,70	5,44	3,70	4,48	5,05
		(2,71;3,06)	(3,55;3,85)	(5,26;5,62)	(3,45;3,95)	(4,31;4,64)	(4,91;5,19)
Specifické napětí	σ [MPa]	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02

Tabulka 2c Parametry přízí a vláken ze 100% VS část 3

Jmenovitá jemnost příze	$T_{jm.}$ [tex]	42	42	42
Zákrutový koeficient	a [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	50	56	62
Experimentální jemnost příze	$T_{exp.}$ [tex]	46,25	46,63	46,53
		(46,11; 46,39)	(46,47; 46,80)	(46,36; 46,70)
Zákrut příze	Z [m ⁻¹]	415,02	461,98	513,34
		(412,82; 417,22)	(446,35; 477,61)	(511,58; 515,10)
Průměr příze	D [mm]	0,391	0,354	0,334
		(0,384;0,398)	(0,351;0,358)	(0,333;0,336)
Zaplnění	μ [-]	0,254	0,312	0,350
Pevnost	P [N]	7,50	6,79	7,18
		(7,36; 7,64)	(6,68; 6,89)	(7,04; 7,32)
Poměrná pevnost	F [cNtex ⁻¹]	16,22	14,56	15,43
		(15,91; 16,52)	(14,33; 14,78)	(15,14; 15,73)
Tažnost	ϵ_p [%]	16,21	13,71	15,10
		(16,02; 16,40)	(13,50; 13,93)	(14,88; 15,33)
Oděr	U [-]	187	207	198
		(177;198)	(200;214)	(192;204)
Relativní oděr	u [-]	4,05	4,45	4,25
		(3,82;4,28)	(4,30;4,60)	(4,13;4,38)
Specifické napětí	σ [MPa]	0,01	0,01	0,01

Příloha 2

Tabulka 3 Korelační analýza

Počet řádků :	45,00
Počet sloupců :	8,00
Párová kor.	
Sloupec	
a - T	0,921515811
a - U	0,27987837
a - P	0,696331458
a - D	0,828557747
a - Zaplnění	-0,487192025
a - Průměr vl.	0
a - Měrná hmotnost vl.	0
T - U	0,2595412
T - P	0,728624178
T - D	0,928103133
T - Zaplnění	-0,612250636
T - Průměr vl.	-0,057220978
T - Měrná hmotnost vl.	0,072315353
U - P	0,805034853
U - D	-0,012732112
U - Zaplnění	0,364526212
U - Průměr vl.	0,630153196
U - Měrná hmotnost vl.	-0,036538453
P - D	0,525439157
P - Zaplnění	-0,093412071
P - Průměr vl.	0,497809477
P - Měrná hmotnost vl.	-0,11679376
D - Zaplnění	-0,809734599
D - Průměr vl.	-0,188765069
D - Měrná hmotnost vl.	0,042298067
Zaplnění - Průměr vl.	0,614517201
Zaplnění - Měrná hmotnost vl.	-0,408673204
Průměr vl. - Měrná hmotnost vl.	-0,733065002
Vícenásobná kor.	
Sloupec	
a	0,929893105
T	0,995073019
U	0,975612757
P	0,987595929
D	0,996272085
Zaplnění	0,989143436
Průměr vl.	0,974457782
Měrná hmotnost vl.	0,961126339
Parciální kor.	
Sloupec	
a - T	0,27208024
a - U	0,08877007
a - P	-0,008658597
a - D	-0,012428656
a - Zaplnění	0,040264843
a - Průměr vl.	0,154734753
a - Měrná hmotnost vl.	-0,159355413
T - U	-0,379330889
T - P	0,693660389
T - D	0,902704636
T - Zaplnění	0,816735382
T - Průměr vl.	-0,446712554

T - Měrná hmotnost vl.	0,428719524
U - P	0,733173881
U - D	0,293995768
U - Zaplnění	0,457177137
U - Průměr vl.	0,177630832
U - Měrná hmotnost vl.	0,652351517
P - D	-0,505159908
P - Zaplnění	-0,581542467
P - Průměr vl.	0,466849875
P - Měrná hmotnost vl.	-0,268754404
D - Zaplnění	-0,939127403
D - Průměr vl.	0,359319859
D - Měrná hmotnost vl.	-0,533907459
Zaplnění - Průměr vl.	0,35450418
Zaplnění - Měrná hmotnost vl.	-0,584103659
Průměr vl. - Měrná hmotnost vl.	-0,483730174
Spearmanova kor.	
Sloupec	
a - T	0,933992095
a - U	0,212384717
a - P	0,673517787
a - D	0,801976285
a - Zaplnění	-0,638208169
a - Průměr vl.	0,160079051
a - Měrná hmotnost vl.	0,604743083
T - U	0,284716733
T - P	0,775889328
T - D	0,897101449
T - Zaplnění	-0,626218709
T - Průměr vl.	0,273913044
T - Měrná hmotnost vl.	0,428063241
U - P	0,718050066
U - D	-0,02516469
U - Zaplnění	0,442160738
U - Průměr vl.	0,924505929
U - Měrná hmotnost vl.	-0,184189723
P - D	0,601581028
P - Zaplnění	-0,224242424
P - Průměr vl.	0,77826087
P - Měrná hmotnost vl.	0,096442688
D - Zaplnění	-0,827140975
D - Průměr vl.	0,05428195
D - Měrná hmotnost vl.	0,321080369
Zaplnění - Průměr vl.	0,36113307
Zaplnění - Měrná hmotnost vl.	-0,545981555
Průměr vl. - Měrná hmotnost vl.	-0,333992095

Příloha 3

Tabulka 4 Analýza rozptylu ANOVA

Celkový průměr :	134,7227406		
Celkový rozptyl :	131722,1062		
Průměrný čtverec :	131513,0235		
Reziduální rozptyl :	9171,873713		
Reziduální součet čtverců :	5649874,207		
Celkový součet čtverců :	82853204,83		
Vysvětlený součet čtverců :	77203330,62		
Počet úrovní faktoru :	14		
Sloupec	Počet hodnot	Efekty faktorů	Průměr úrovně
Typ	45	-134,7227406	0
a	45	-78,72274063	56
T	45	-105,6202962	29,10244444
U	45	241,1177038	375,8404444
P	45	-128,1665184	6,556222222
D	45	-134,7224829	2,58E-04
Zaplnění	45	-134,2955406	0,4272
Průměr vl.	45	-134,6876073	3,51E-02
Měrná hmotnost vl.	45	1215,277259	1350
Ohybová tuhost vl.	45	-134,4227406	0,3
Experimentální jemnost vl.	45	-133,4194073	1,303333333
Absolutní pevnost vl.	45	-129,5927406	5,13
Poměrná pevnost vl.	45	-99,77274063	34,95
Tažnost vl.	45	-108,2494073	26,47333333
Test významnosti celkového vlivu faktoru :			
Závěr	Teoretický	Vypočítaný	Pravděpodobnost
Významný	1,736055679	647,4923147	0
Párové porovnávání dvojic úrovní			
Scheffého metoda			
Srovnávaná dvojice	Rozdíl	Významnost	Pravděpodobnost
Typ - a	-56	Nevýznamný	0,861751503
Typ - T	-29,10244444	Nevýznamný	0,999708037
Typ - U	-375,8404444	Významný	1,34E-51
Typ - P	-6,556222222	Nevýznamný	1
Typ - D	-0,000257756	Nevýznamný	1
Typ - Zaplnění	-0,4272	Nevýznamný	1
Typ - Průměr vl.	-0,035133333	Nevýznamný	1
Typ - Měrná hmotnost vl.	-1350	Významný	0
Typ - Ohybová tuhost vl.	-0,3	Nevýznamný	1
Typ - Experimentální jemnost vl.	-1,303333333	Nevýznamný	1
Typ - Absolutní pevnost vl.	-5,13	Nevýznamný	1
Typ - Poměrná pevnost vl.	-34,95	Nevýznamný	0,99787643
Typ - Tažnost vl.	-26,47333333	Nevýznamný	0,999900384
a - T	26,89755556	Nevýznamný	0,999880437
a - U	-319,8404444	Významný	3,97E-38
a - P	49,44377778	Nevýznamný	0,945373549
a - D	55,99974224	Nevýznamný	0,861755844
a - Zaplnění	55,5728	Nevýznamný	0,868830022
a - Průměr vl.	55,96486667	Nevýznamný	0,86234244
a - Měrná hmotnost vl.	-1294	Významný	0
a - Ohybová tuhost vl.	55,7	Nevýznamný	0,866746742
a - Experimentální jemnost vl.	54,69666667	Nevýznamný	0,882617691
a - Absolutní pevnost vl.	50,87	Nevýznamný	0,931564593
a - Poměrná pevnost vl.	21,05	Nevýznamný	0,999993333
a - Tažnost vl.	29,52666667	Nevýznamný	0,999656793
T - U	-346,738	Významný	1,75E-44
T - P	22,54622222	Nevýznamný	0,999984823
T - D	29,10218669	Nevýznamný	0,999708066
T - Zaplnění	28,67524444	Nevýznamný	0,999752695
T - Průměr vl.	29,06731111	Nevýznamný	0,999711961
T - Měrná hmotnost vl.	-1320,897556	Významný	0
T - Ohybová tuhost vl.	28,80244444	Nevýznamný	0,999740076
T - Experimentální jemnost vl.	27,79911111	Nevýznamný	0,999825855
T - Absolutní pevnost vl.	23,97244444	Nevýznamný	0,999968622
T - Poměrná pevnost vl.	-5,847555556	Nevýznamný	1
T - Tažnost vl.	2,629111111	Nevýznamný	1

U - P	369,2842222	Významný	5,61E-50
U - D	375,8401867	Významný	1,34E-51
U - Zaplnění	375,4132444	Významný	1,71E-51
U - Průměr vl.	375,8053111	Významný	1,37E-51
U - Měrná hmotnost vl.	-974,1595556	Významný	0
U - Ohybová tuhost vl.	375,5404444	Významný	1,59E-51
U - Experimentální jemnost vl.	374,5371111	Významný	2,82E-51
U - Absolutní pevnost vl.	370,7104444	Významný	2,49E-50
U - Poměrná pevnost vl.	340,8904444	Významný	4,42E-43
U - Tažnost vl.	349,3671111	Významný	4,08E-45
P - D	6,555964467	Nevýznamný	1
P - Zaplnění	6,129022222	Nevýznamný	1
P - Průměr vl.	6,521088889	Nevýznamný	1
P - Měrná hmotnost vl.	-1343,443778	Významný	0
P - Ohybová tuhost vl.	6,256222222	Nevýznamný	1
P - Experimentální jemnost vl.	5,252888889	Nevýznamný	1
P - Absolutní pevnost vl.	1,426222222	Nevýznamný	1
P - Poměrná pevnost vl.	-28,39377778	Nevýznamný	0,999778709
P - Tažnost vl.	-19,91711111	Nevýznamný	0,999996586
D - Zaplnění	-0,426942244	Nevýznamný	1
D - Průměr vl.	-0,034875578	Nevýznamný	1
D - Měrná hmotnost vl.	-1349,999742	Významný	0
D - Ohybová tuhost vl.	-0,299742244	Nevýznamný	1
D - Experimentální jemnost vl.	-1,303075578	Nevýznamný	1
D - Absolutní pevnost vl.	-5,129742244	Nevýznamný	1
D - Poměrná pevnost vl.	-34,94974224	Nevýznamný	0,997876593
D - Tažnost vl.	-26,47307558	Nevýznamný	0,999900395
Zaplnění - Průměr vl.	0,392066667	Nevýznamný	1
Zaplnění - Měrná hmotnost vl.	-1349,5728	Významný	0
Zaplnění - Ohybová tuhost vl.	0,1272	Nevýznamný	1
Zaplnění - Experimentální jemnost vl.	-0,876133333	Nevýznamný	1
Zaplnění - Absolutní pevnost vl.	-4,7028	Nevýznamný	1
Zaplnění - Poměrná pevnost vl.	-34,5228	Nevýznamný	0,998132786
Zaplnění - Tažnost vl.	-26,04613333	Nevýznamný	0,999917419
Průměr vl. - Měrná hmotnost vl.	-1349,964867	Významný	0
Průměr vl. - Ohybová tuhost vl.	-0,264866667	Nevýznamný	1
Průměr vl. - Experimentální jemnost vl.	-1,2682	Nevýznamný	1
Průměr vl. - Absolutní pevnost vl.	-5,094866667	Nevýznamný	1
Průměr vl. - Poměrná pevnost vl.	-34,91486667	Nevýznamný	0,997898596
Průměr vl. - Tažnost vl.	-26,4382	Nevýznamný	0,999901895
Měrná hmotnost vl. - Ohybová tuhost vl.	1349,7	Významný	0
Měrná hmotnost vl. - Experimentální jemnost vl.	1348,696667	Významný	0
Měrná hmotnost vl. - Absolutní pevnost vl.	1344,87	Významný	0
Měrná hmotnost vl. - Poměrná pevnost vl.	1315,05	Významný	0
Měrná hmotnost vl. - Tažnost vl.	1323,526667	Významný	0
Ohybová tuhost vl. - Experimentální jemnost vl.	-1,003333333	Nevýznamný	1
Ohybová tuhost vl. - Absolutní pevnost vl.	-4,83	Nevýznamný	1
Ohybová tuhost vl. - Poměrná pevnost vl.	-34,65	Nevýznamný	0,998059401
Ohybová tuhost vl. - Tažnost vl.	-26,17333333	Nevýznamný	0,999912642
Experimentální jemnost vl. - Absolutní pevnost vl.	-3,826666667	Nevýznamný	1
Experimentální jemnost vl. - Poměrná pevnost vl.	-33,64666667	Nevýznamný	0,998576391
Experimentální jemnost vl. - Tažnost vl.	-25,17	Nevýznamný	0,999944472
Absolutní pevnost vl. - Poměrná pevnost vl.	-29,82	Nevýznamný	0,999616875
Absolutní pevnost vl. - Tažnost vl.	-21,34333333	Nevýznamný	0,999992125
Poměrná pevnost vl. - Tažnost vl.	8,476666667	Nevýznamný	1